

13. 2. 2004

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

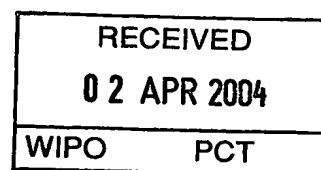
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 5月28日

出願番号  
Application Number: 特願2003-151474  
[ST. 10/C]: [JP 2003-151474]

出願人  
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

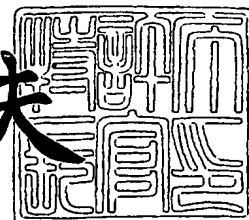


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月19日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH155433

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特  
許出願

【提出日】 平成15年 5月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 10/20

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 丁目 3 番 1 号 日本電信電話株  
    式会社内

    【氏名】 田野辺 博正

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 丁目 3 番 1 号 日本電信電話株  
    式会社内

    【氏名】 岡田 顕

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区大手町 2 丁目 3 番 1 号 日本電信電話株  
    式会社内

    【氏名】 松岡 茂登

【特許出願人】

    【識別番号】 000004226

    【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100069981

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 吉田 精孝

    【電話番号】 03-3508-9866

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008866

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701413

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光通信ネットワークシステム及びその通信ノード

【特許請求の範囲】

【請求項 1】  $N$  個 ( $N$  は 2 以上の整数) の入力ポートと  $N$  個の出力ポートを有する  $N \times N$  の波長ルーティングデバイスを備える波長ルータに、主信号送受信部を有する  $M$  個 ( $M$  は 2 以上  $N$  以下の整数) の通信ノードを光伝送路によって接続して構成された、スター型物理トポロジを有する光通信ネットワークシステムであって、

各通信ノードの主信号送受信部で取り扱う送受信波長を掃引してネットワークの論理トポロジを動的に変更する論理トポロジ変更手段を備え、

該論理トポロジ変更手段は、波長変更情報を含む制御信号の送信と各通信ノードからの制御信号の受信を可能としたネットワーク管理装置と、各通信ノードに設けられネットワーク管理装置からの制御信号を受信して主信号送受信部で取り扱う送受信波長を掃引すると共に通信状態情報を含む制御信号をネットワーク管理装置に送信するノード制御部とを含む、

ことを特徴とする光通信ネットワークシステム。

【請求項 2】 波長ルータは、ネットワーク管理装置からの制御信号を波長ルーティングデバイスからの出力信号に結合する WDM カップラを備えると共に、各通信ノードからの入力信号を主信号と制御信号とに分離して制御信号をネットワーク管理装置に送出し主信号を波長ルーティングデバイスに入力する WDM カップラを備える、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 3】 各通信ノードの主信号送受信部は、出力側に変調器を有するかまたは直接変調機能を有する  $L$  個 ( $L$  は 2 以上  $M$  以下の整数) の波長可変光源と、 $L$  個の光検出器とを備える、

ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 4】 各通信ノードは、波長ルータからの入力信号を主信号と制御信号とに分離して制御信号をノード制御部に送出する第 1 WDM カップラと、第 1 WDM カップラからの主信号を波長別に分波する分波器と、分波器からの主信号

の方路を変更してL個の光検出器に送出する $N \times L$ の第1光スイッチと、L個の波長可変光源からの主信号の方路を変更する $N \times L$ の第2光スイッチと、第2光スイッチからの主信号を合波する合波器と、合波器からの主信号にノード制御部からの制御信号を結合して出力する第2WDMカップラとを備える、

ことを特徴とする請求項3に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項5】 各通信ノードの主信号送受信部は、出力側に変調器を有するかまたは直接変調機能を有するL個（Lは2以上M以下の整数）の波長可変光源と、入力側に波長可変フィルタを有するL個の光検出器とを備える、

ことを特徴とする請求項1または2に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項6】 各通信ノードは、波長ルータからの入力信号を主信号と制御信号とに分離して制御信号をノード制御部に送出する第1WDMカップラと、第1WDMカップラからの主信号を分配してL個の光検出器それぞれに送出する第1カップラと、L個の波長可変光源からの主信号を結合する第2カップラと、第2カップラからの主信号にノード制御部からの制御信号を結合して出力する第2WDMカップラとを備える、

ことを特徴とする請求項5に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項7】 各通信ノードと波長ルータは入力信号と出力信号の方路を変更するサーキュレータをそれぞれ備え、各通信ノードと波長ルータとはそれぞれ一心の光伝送路で接続されている、

ことを特徴とする請求項1～6の何れか1項に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項8】 波長ルータは、アレイ導波路回折格子型合分波器から成る波長周回性を有しない波長ルーティングデバイスを備える、

ことを特徴とする請求項1～7の何れか1項に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項9】 波長ルータは、アレイ導波路回折格子型合分波器から成る波長周回性を有する波長ルーティングデバイスを備える、

ことを特徴とする請求項1～7の何れか1項に記載の光通信ネットワークシステム。

【請求項 10】  $N$  個 ( $N$  は 2 以上の整数) の入力ポートと  $N$  個の出力ポートを有する  $N \times N$  の波長ルーティングデバイスを備える波長ルータに、主信号送受信部を有する  $M$  個 ( $M$  は 2 以上  $N$  以下の整数) の通信ノードを光伝送路によって接続して構成された、スター型物理トポロジを有する光通信ネットワークシステムにおける通信ノードであって、

波長変更情報を含む制御信号を受信して主信号送受信部で取り扱う送受信波長を掃引すると共に通信状態情報を含む制御信号を送信するノード制御部を備える、

ことを特徴とする通信ノード。

【請求項 11】 主信号送受信部は、出力側に変調器を有するかまたは直接変調機能を有する  $L$  個 ( $L$  は 2 以上  $M$  以下の整数) の波長可変光源と、 $L$  個の光検出器とを備える、

ことを特徴とする請求項 10 に記載の通信ノード。

【請求項 12】 波長ルータからの入力信号を主信号と制御信号とに分離して制御信号をノード制御部に送出する第 1 WDM カップラと、第 1 WDM カップラからの主信号を波長別に分波する分波器と、分波器からの主信号の方路を変更して  $L$  個の光検出器に送出する  $N \times L$  の第 1 光スイッチと、 $L$  個の波長可変光源からの主信号の方路を変更する  $N \times L$  の第 2 光スイッチと、第 2 光スイッチからの主信号を合波する合波器と、合波器からの主信号にノード制御部からの制御信号を結合して出力する第 2 WDM カップラとを備える、

ことを特徴とする請求項 11 に記載の通信ノード。

【請求項 13】 主信号送受信部は、出力側に変調器を有するかまたは直接変調機能を有する  $L$  個 ( $L$  は 2 以上  $M$  以下の整数) の波長可変光源と、入力側に波長可変フィルタを有する  $L$  個の光検出器とを備える、

ことを特徴とする請求項 10 に記載の通信ノード。

【請求項 14】 波長ルータからの入力信号を主信号と制御信号とに分離して制御信号をノード制御部に送出する第 1 WDM カップラと、第 1 WDM カップラからの主信号を分配して  $L$  個の光検出器それぞれに送出する第 1 カップラと、 $L$  個の波長可変光源からの主信号を結合する第 2 カップラと、第 2 カップラからの

主信号にノード制御部からの制御信号を結合して出力する第2 WDMカップラとを備える、

ことを特徴とする請求項13に記載の通信ノード。

【請求項15】 入力信号と出力信号の方路を変更するサーキュレータを備える、

ことを特徴とする請求項10～14の何れか1項に記載の通信ノード。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、スター型物理トポロジを有する光通信ネットワークシステムと該システムで用いられる通信ノードに関する。

##### 【0002】

##### 【従来の技術】

通信ノード間接続で使用される光信号の波長を任意に変化させることによって選択的に任意の通信ノードを接続させる検討がリング型物理トポロジを持つ光通信ネットワークにおいて進められている（例えば、特開2001-285323号公報、特開2000-184408号公報）。

##### 【0003】

##### 【特許文献1】

特開2001-285323号公報

##### 【特許文献2】

特開2000-184408号公報

##### 【0004】

##### 【発明が解決しようとする課題】

光通信ネットワークにあつては、その物理トポロジに拘わらず、ライブコンサート映像の配信や災害時の情報提供等において予想を超えるトラヒックを発生するケースが考えられる。このようなケースでも安定したネットワーク運用を実現するにはトラヒックによる装置負荷が常に均等になるように分散トラヒックエンジニアリング（TE）を行うことが重要とされているが、ネットワークの物理トポ

ロジの見直しや変更に至るケースも少なくない。

#### 【0005】

しかし、ネットワークの物理トポロジを変更することはコスト面や運用面等において好ましいとは言えず、特定の物理トポロジを備えるネットワークの論理トポロジを任意に変更できるようにすることが望まれている。

#### 【0006】

本発明は前記事情に鑑みて創作されたもので、その目的とするところは、スター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジを任意且つ容易に変更できる光通信ネットワークシステムと、この光通信ネットワークシステムに好適な通信ノードを提供することにある。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため、本発明に係る光通信ネットワークシステムは、 $N$ 個 ( $N$ は2以上の整数) の入力ポートと  $N$  個の出力ポートを有する  $N \times N$  の波長ルーティングデバイスを備える波長ルータに、主信号送受信部を有する  $M$  個 ( $M$ は2以上  $N$  以下の整数) の通信ノードを光伝送路によって接続して構成された、スター型物理トポロジを有する光通信ネットワークシステムであって、各通信ノードの主信号送受信部で取り扱う送受信波長を掃引してネットワークの論理トポロジを動的に変更する論理トポロジ変更手段を備え、該論理トポロジ変更手段は、波長変更情報を含む制御信号の送信と各通信ノードからの制御信号の受信を可能としたネットワーク管理装置と、各通信ノードに設けられネットワーク管理装置からの制御信号を受信して主信号送受信部で取り扱う送受信波長を掃引すると共に通信状態情報を含む制御信号をネットワーク管理装置に送信するノード制御部とを含む、ことをその主たる特徴とする。この光通信ネットワークシステムによれば、ネットワーク管理装置からの制御信号に基づいて各通信ノードの各主信号送受信部で取り扱う送受信波長を掃引することによって、スター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジをフルメッシュ型やリング型やスター型やメッシュ型やこれらが混在したもの等に任意且つ容易に変更することができる。

#### 【0008】



一方、本発明に係る通信ノードは、 $N$ 個（ $N$ は2以上の整数）の入力ポートと $N$ 個の出力ポートを有する $N \times N$ の波長ルーティングデバイスを備える波長ルータに、主信号送受信部を有する $M$ 個（ $M$ は2以上 $N$ 以下の整数）の通信ノードを光伝送路によって接続して構成された、スター型物理トポロジを有する光通信ネットワークシステムにおける通信ノードであって、波長変更情報を含む制御信号を受信して主信号送受信部で取り扱う送受信波長を掃引すると共に通信状態情報を含む制御信号を送信するノード制御部を備える、ことをその主たる特徴とする。この通信ノードによれば、前記の光通信ネットワークシステムに好適に使用できる通信ノードを提供できる。

#### 【0009】

本発明の前記目的とそれ以外の目的と、構成特徴と、作用効果は、以下の説明と添付図面によって明らかとなる。

#### 【0010】

##### 【発明の実施の形態】

##### 〔第1実施形態〕

図1は本発明に係る光通信ネットワークシステムの第1実施形態を示すもので、図中の10、20、30、40は通信ノード、50は波長ルータ、60はネットワーク管理装置、71～78と81～88は光ファイバ等の光伝送路である。

#### 【0011】

図1に示したシステムは4個の通信ノード10、20、30、40が波長ルータ50に光接続されたスター型物理トポロジを有する。

#### 【0012】

後述の主信号にはITUグリッド上に配置した1.5ミクロン帯の波長光が、制御信号には1.3ミクロン帯の波長光が好ましく使用できるが、これに限定されることなく主信号と制御信号には両信号を分離することが可能な波長光が適宜使用できる。また、後述のWDMカップラには異なる光波長を持つ主信号と制御信号を分離または結合できるものが用いられている。

#### 【0013】

通信ノード10は、波長ルータ50からの入力信号を主信号と制御信号とに分

離する第1WDM (Wavelength Division Multiplexing; 波長分割多重) カップラ11aと、第1WDMカップラ11aからの主信号を波長別に分波する分波器12aと、分波器12aからの主信号の方路を変更送出する4×4の第1光スイッチ13aと、第1光スイッチ13aからの主信号が送出される4個の光検出器14a1, 14b1, 14c1, 14d1とを備える。

#### 【0014】

また、通信ノード10は、出力側に変調器14a3, 14b3, 14c3, 14d3をそれぞれ有するSSG-DBRレーザ等の4個の波長可変光源14a2, 14b2, 14c2, 14d2と、各波長可変光源14a2, 14b2, 14c2, 14d2からの変調後の主信号の方路を変更する4×4の第2光スイッチ13bと、第2光スイッチ13bからの主信号を合波する合波器12bと、合波器12bからの主信号にノード制御部15からの制御信号を結合して出力する第2WDMカップラ11bとを備える。各波長可変光源14a2, 14b2, 14c2, 14d2として直接変調機能を有するものを使用する場合には各変調器14a3, 14b3, 14c3, 14d3は必ずしも必要ではない。また、各波長可変光源14a2, 14b2, 14c2, 14d2は前記の各光検出器14a1, 14b1, 14c1, 14d1とそれぞれ対を成していて全体として主信号送受信部14を構成している。

#### 【0015】

さらに、通信ノード10は、第1WDMカップラ11aに接続された入力ポート15a1と、第2WDMカップラ11bに接続された出力ポート15a2と、マイコン構成の制御回路(図示省略)を有するノード制御部15を備える。この制御回路は、第1WDMカップラ11aからの制御信号に基づいて各波長可変光源14a2, 14b2, 14c2, 14d2の出力波長と各光スイッチ13a, 13bの光路を制御すると共に、通信ノード10の通信状態情報を含む制御信号を第2WDMカップラ11bに送出する役目を果たす。

#### 【0016】

他の3個の通信ノード20, 30, 40の構成は前記通信ノード10と同じ構

成を有している。因みに、21a, 31a, 41aは第1WDMカップラ、22a, 32a, 42aは分波器、23a, 33a, 43aは4×4の第1光スイッチ、24, 34, 44は主信号送受信部、ノード制御部、24a1, 24b1, 24c1, 24d1, 34a1, 34b1, 34c1, 34d1, 44a1, 44b1, 44c1, 44d1は光検出器、24a2, 24b2, 24c2, 24d2, 34a2, 34b2, 34c2, 34d2, 44a2, 44b2, 44c2, 44d2は波長可変光源、24a3, 24b3, 24c3, 24d3, 34a3, 34b3, 34c3, 34d3, 44a3, 44b3, 44c3, 44d3は変調器、23b, 33b, 43bは4×4の第2光スイッチ、22b, 32b, 42bは合波器、21b, 31b, 41bは第2WDMカップラ、25, 35, 45はノード制御部、25a1, 35a1, 45a1は入力ポート、25a2, 35a2, 45a2は出力ポートである。

#### 【0017】

波長ルータ50は、4個の入力ポート51a～51dと4個の出力ポート51e～51hを有する4×4のAWG (Arrayed Waveguide Grating; アレイ導波路回折格子) 型合分波器から成る波長ルーティングデバイス51と、波長ルーティングデバイス51の各入力ポート51a～51dに対応して設けられた4個のWDMカップラ52a～52dと、波長ルーティングデバイス51の各出力ポート51e～51hに対応して設けられた4個のWDMカップラ52e～52hとを備える。入力ポート側の各WDMカップラ52a～52dは、各通信ノード10, 20, 30, 40からの入力信号を主信号と制御信号とに分離して、制御信号をネットワーク管理装置60に送出し主信号を各入力ポート51a～51dに送出する役目を果たす。また、出力側の各WDMカップラ52e～52hは、ネットワーク管理装置60からの制御信号を波長ルーティングデバイス51からの出力信号に結合する役目を果たす。

#### 【0018】

ネットワーク管理装置60は、ハブスイッチ61と、ネットワーク管理部62を備える。ハブスイッチ61は、波長ルータ50の各WDMカップラ52a～52dに対応した4個の入力ポート61a1, 61b1, 61c1, 61d1と、

各WDMカップラ52e～52hに対応し入力ポート61a1, 61b1, 61c1, 61d1と対を成す4個の出力ポート61a2, 61b2, 61c2, 61d2と、ネットワーク管理部62との間で制御信号の送受を行う主入力ポート61e1及び主出力ポート61e2とを備える。ネットワーク管理部62は、ハブスイッチ61の主出力ポート61e2に接続された入力ポート62a1と、主入力ポート61e1に接続された出力ポート62a2と、マイコン構成の制御回路(図示省略)とを備える。この制御回路は、ハブスイッチ61の4対の入出力ポートの何れか1つを主入力ポート61e1及び主出力ポート61e2に切り替え接続して、波長変更情報を含む制御信号を所定の主力ポートから出力すると共に、所定の入力ポートからの通信状態情報を含む制御信号を取り込んで同制御信号に基づいて各通信ノードの通信状態を監視する役目を果たす。

#### 【0019】

光伝送路71は通信ノード10の第1WDMカップラ11aの入力側と波長ルータ50のWDMカップラ52eの出力側とを接続し、光伝送路72は通信ノード10の第2WDMカップラ11bの出力側と波長ルータ50のWDMカップラ52aの入力側とを接続している。光伝送路73は通信ノード20の第1WDMカップラ21aの入力側と波長ルータ50のWDMカップラ52fの出力側とを接続し、光伝送路74は通信ノード20の第2WDMカップラ21bの出力側と波長ルータ50のWDMカップラ52bの入力側とを接続している。光伝送路75は通信ノード30の第1WDMカップラ31aの入力側と波長ルータ50のWDMカップラ52gの出力側とを接続し、光伝送路76は通信ノード30の第2WDMカップラ31bの出力側と波長ルータ50のWDMカップラ52cの入力側とを接続している。光伝送路77は通信ノード40の第1WDMカップラ41aの入力側と波長ルータ50のWDMカップラ52hの出力側とを接続し、光伝送路78は通信ノード40の第2WDMカップラ41bの出力側と波長ルータ50のWDMカップラ52dの入力側とを接続している。

#### 【0020】

光伝送路81は波長ルータ50のWDMカップラ52aの出力側とハブスイッチ61の入力ポート61a1とを接続し、光伝送路82は波長ルータ50のWD

Mカップラ 52 e の入力側とハブスイッチ 61 の出力ポート 61 a 2 とを接続している。光伝送路 83 は波長ルータ 50 の WDM カップラ 52 b の出力側とハブスイッチ 61 の入力ポート 61 b 1 とを接続し、光伝送路 84 は波長ルータ 50 の WDM カップラ 52 f の入力側とハブスイッチ 61 の出力ポート 61 b 2 とを接続している。光伝送路 85 は波長ルータ 50 の WDM カップラ 52 c の出力側とハブスイッチ 61 の入力ポート 61 c 1 とを接続し、光伝送路 86 は波長ルータ 50 の WDM カップラ 52 g の入力側とハブスイッチ 61 の出力ポート 61 c 2 とを接続している。光伝送路 87 は波長ルータ 50 の WDM カップラ 52 d の出力側とハブスイッチ 61 の入力ポート 61 d 1 とを接続し、光伝送路 88 は波長ルータ 50 の WDM カップラ 52 h の入力側とハブスイッチ 61 の出力ポート 61 d 2 とを接続している。

#### 【0021】

以下に、スター型物理トポロジを有する図 1 に示したシステムによって構成可能な各種の論理トポロジについて説明する。

#### 【0022】

波長ルーティングデバイス 51 として図 2 (A) に示すような波長周回性を有するものを用いて、図 2 (B) に示すようなフルメッシュ型論理トポロジを構成する場合には、各通信ノード 10, 20, 30, 40 の各波長可変光源の波長を  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_4$  に設定し、各波長の主信号を第 2 光スイッチ 13 b, 23 b, 33 b, 43 b を介して各合波器 12 b, 22 b, 32 b, 42 b に送出すると共に、各分波器 12 a, 22 a, 32 a, 42 a で分波された各波長の主信号を第 1 光スイッチ 13 a, 23 a, 33 a, 43 a を介して各光検出器に送出する。

#### 【0023】

このフルメッシュ型論理トポロジにあつては、図 2 (B) に示すように、通信ノード 10 と通信ノード 20 は波長  $\lambda_2$  と波長  $\lambda_4$  の主信号で通信し、通信ノード 10 と通信ノード 30 は波長  $\lambda_3$  と波長  $\lambda_3$  の主信号で通信し、通信ノード 10 と通信ノード 40 は波長  $\lambda_2$  と波長  $\lambda_4$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信ノード 30 は波長  $\lambda_2$  と波長  $\lambda_4$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信

ノード40は波長 $\lambda_3$ と波長 $\lambda_3$ の主信号で通信し、通信ノード30と通信ノード40は波長 $\lambda_2$ と波長 $\lambda_4$ の主信号で通信する。

#### 【0024】

波長ルーティングデバイス51として図3(A)に示すような波長周回性を有するものを用い、且つ、同図中に網掛けで示した波長の主信号を使用して、図3(B)に示すようなリング型論理トポロジを構成する場合には、図4に示すように、通信ノード10の波長可変光源14a2の波長を $\lambda_3$ に設定し、波長可変光源14b2の波長を $\lambda_2$ に設定すると共に、波長可変光源14a2からの波長 $\lambda_3$ の主信号が合波器12bの入力ポートP3に送出され、波長可変光源14b2からの波長 $\lambda_2$ の主信号が合波器12bの入力ポートP2に送出されるように第2光スイッチ13bの光路を設定する。また、分波器12aの出力ポートP3からの波長 $\lambda_3$ の主信号が光検出器14a1に送出され、出力ポートP4からの波長 $\lambda_4$ の主信号が光検出器14b1に入力されるように第1光スイッチ13aの光路を設定する。

#### 【0025】

また、通信ノード20の波長可変光源24a2の波長を $\lambda_4$ に設定し、波長可変光源24b2の波長を $\lambda_3$ に設定すると共に、波長可変光源24a2からの波長 $\lambda_4$ の主信号が合波器22bの入力ポートP4に送出され、波長可変光源24b2からの波長 $\lambda_3$ の主信号が合波器22bの入力ポートP3に送出されるように第2光スイッチ23bの光路を設定する。また、分波器22aの出力ポートP2からの波長 $\lambda_2$ の主信号が光検出器24a1に送出され、出力ポートP3からの波長 $\lambda_3$ の主信号が光検出器24b1に入力されるように第1光スイッチ23aの光路を設定する。

#### 【0026】

さらに、通信ノード30の波長可変光源34a2の波長を $\lambda_3$ に設定し、波長可変光源34b2の波長を $\lambda_2$ に設定すると共に、波長可変光源34a2からの波長 $\lambda_3$ の主信号が合波器32bの入力ポートP3に送出され、波長可変光源34b2からの波長 $\lambda_2$ の主信号が合波器32bの入力ポートP2に送出されるように第2光スイッチ33bの光路を設定する。また、分波器32aの出力ポート

P 3 からの波長  $\lambda$  3 の主信号が光検出器 3 4 a 1 に送出され、出力ポート P 4 からの波長  $\lambda$  4 の主信号が光検出器 3 4 b 1 に入力されるように第 1 光スイッチ 3 a の光路を設定する。

【0027】

さらに、通信ノード 4 0 の波長可変光源 4 4 a 2 の波長を  $\lambda$  3 に設定し、波長可変光源 4 4 b 2 の波長を  $\lambda$  4 に設定すると共に、波長可変光源 4 4 a 2 からの波長  $\lambda$  3 の主信号が合波器 4 2 b の入力ポート P 3 に送出され、波長可変光源 4 4 b 2 からの波長  $\lambda$  4 の主信号が合波器 4 2 b の入力ポート P 4 に送出されるように第 2 光スイッチ 4 3 b の光路を設定する。また、分波器 4 2 a の出力ポート P 2 からの波長  $\lambda$  2 の主信号が光検出器 4 4 b 1 に送出され、出力ポート P 3 からの波長  $\lambda$  3 の主信号が光検出器 4 4 a 1 に入力されるように第 1 光スイッチ 4 3 a の光路を設定する。

【0028】

このリング型論理トポロジにあっては、図 3 (B) に示すように、通信ノード 1 0 と通信ノード 2 0 は波長  $\lambda$  2 と波長  $\lambda$  4 の主信号で通信し、通信ノード 2 0 と通信ノード 4 0 は波長  $\lambda$  3 と波長  $\lambda$  3 の主信号で通信し、通信ノード 3 0 と通信ノード 4 0 は波長  $\lambda$  2 と波長  $\lambda$  4 の主信号で通信し、通信ノード 1 0 と通信ノード 3 0 は波長  $\lambda$  3 と波長  $\lambda$  3 の主信号で通信する。

【0029】

波長ルーティングデバイス 5 1 として図 5 (A) に示すような波長周回性を有するものを用い、且つ、同図中に網掛けで示した波長の主信号を使用して、図 5 (B) に示すようなスター型論理トポロジを構成する場合には、図 6 に示すように、通信ノード 1 0 の波長可変光源 1 4 b 2 の波長を  $\lambda$  2 に設定すると共に、波長可変光源 1 4 b 2 からの波長  $\lambda$  2 の主信号が合波器 1 2 b の入力ポート P 2 に送出されるように第 2 光スイッチ 1 3 b の光路を設定する。また、分波器 1 2 a の出力ポート P 4 からの波長  $\lambda$  4 の主信号が光検出器 1 4 b 1 に入力されるように第 1 光スイッチ 1 3 a の光路を設定する。

【0030】

また、通信ノード 2 0 の波長可変光源 2 4 a 2 の波長を  $\lambda$  4 に設定し、波長可

変光源 24b2 の波長を  $\lambda_3$  に設定し、波長可変光源 24c2 の波長を  $\lambda_2$  に設定すると共に、波長可変光源 24a2 からの波長  $\lambda_4$  の主信号が合波器 22b の入力ポート P4 に送出され、波長可変光源 24b2 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が合波器 22b の入力ポート P3 に送出され、波長可変光源 24c2 からの波長  $\lambda_2$  の主信号が合波器 22b の入力ポート P2 に送出されるように第 2 光スイッチ 23b の光路を設定する。また、分波器 22a の出力ポート P2 からの波長  $\lambda_2$  の主信号が光検出器 24a1 に送出され、出力ポート P3 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が光検出器 24b1 に送出され、出力ポート P4 からの波長  $\lambda_4$  の主信号が光検出器 24c1 に入力されるように第 1 光スイッチ 23a の光路を設定する。

#### 【0031】

さらに、通信ノード 30 の波長可変光源 34a2 の波長を  $\lambda_4$  に設定すると共に、波長可変光源 34a2 からの波長  $\lambda_4$  の主信号が合波器 32b の入力ポート P4 に送出されるように第 2 光スイッチ 33b の光路を設定する。また、分波器 32a の出力ポート P2 からの波長  $\lambda_2$  の主信号が光検出器 34a1 に入力されるように第 1 光スイッチ 33a の光路を設定する。

#### 【0032】

さらに、通信ノード 40 の波長可変光源 44a2 の波長を  $\lambda_3$  に設定すると共に、波長可変光源 44a2 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が合波器 42b の入力ポート P3 に送出されるように第 2 光スイッチ 43b の光路を設定する。また、分波器 42a の出力ポート P3 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が光検出器 44a1 に入力されるように第 1 光スイッチ 43a の光路を設定する。

#### 【0033】

このスター型論理トポロジにあっては、図 5 (B) に示すように、通信ノード 10 と通信ノード 20 は波長  $\lambda_2$  と波長  $\lambda_4$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信ノード 40 は波長  $\lambda_3$  と波長  $\lambda_3$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信ノード 30 は波長  $\lambda_2$  と波長  $\lambda_4$  の主信号で通信する。

#### 【0034】

波長ルーティングデバイス 51 として図 7 (A) に示すような波長周回性を有するものを用い、且つ、同図中に網掛けで示した波長の主信号を使用して、図 7



(B) に示すようなメッシュ型論理トポロジを構成する場合には、図 8 に示すように、通信ノード 10 の波長可変光源 14 a 2 の波長を  $\lambda_3$  に設定し、波長可変光源 14 b 2 の波長を  $\lambda_2$  に設定すると共に、波長可変光源 14 a 2 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が合波器 12 b の入力ポート P 3 に送出され、波長可変光源 14 b 2 からの波長  $\lambda_2$  の主信号が合波器 12 b の入力ポート P 2 に送出されるように第 2 光スイッチ 13 b の光路を設定する。また、分波器 12 a の出力ポート P 3 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が光検出器 14 a 1 に送出され、出力ポート P 4 からの波長  $\lambda_4$  の主信号が光検出器 14 b 1 に入力されるように第 1 光スイッチ 13 a の光路を設定する。

#### 【0035】

また、通信ノード 20 の波長可変光源 24 a 2 の波長を  $\lambda_4$  に設定し、波長可変光源 24 b 2 の波長を  $\lambda_3$  に設定し、波長可変光源 24 c 2 の波長を  $\lambda_2$  に設定すると共に、波長可変光源 24 a 2 からの波長  $\lambda_4$  の主信号が合波器 22 b の入力ポート P 4 に送出され、波長可変光源 24 b 2 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が合波器 22 b の入力ポート P 3 に送出され、波長可変光源 24 c 2 からの波長  $\lambda_2$  の主信号が合波器 22 b の入力ポート P 2 に送出されるように第 2 光スイッチ 23 b の光路を設定する。また、分波器 22 a の出力ポート P 2 からの波長  $\lambda_2$  の主信号が光検出器 24 a 1 に送出され、出力ポート P 3 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が光検出器 24 b 1 に送出され、出力ポート P 4 からの波長  $\lambda_4$  の主信号が光検出器 24 c 1 に入力されるように第 1 光スイッチ 23 a の光路を設定する。

#### 【0036】

さらに、通信ノード 30 の波長可変光源 34 a 2 の波長を  $\lambda_3$  に設定し、波長可変光源 34 b 2 の波長を  $\lambda_2$  に設定し、波長可変光源 34 c 2 の波長を  $\lambda_4$  に設定すると共に、波長可変光源 34 a 2 からの波長  $\lambda_3$  の主信号が合波器 32 b の入力ポート P 3 に送出され、波長可変光源 34 b 2 からの波長  $\lambda_2$  の主信号が合波器 32 b の入力ポート P 2 に送出され、波長可変光源 34 c 2 からの波長  $\lambda_4$  の主信号が合波器 32 b の入力ポート P 4 に送出されるように第 2 光スイッチ 33 b の光路を設定する。また、分波器 32 a の出力ポート P 2 からの波長  $\lambda_2$  の主信号が光検出器 34 c 1 に送出され、出力ポート P 3 からの波長  $\lambda_3$  の主信

号が光検出 3 4 a 1 に送出され、出力ポート P 4 からの波長  $\lambda$  4 の主信号が光検出器 3 4 b 1 に入力されるように第 1 光スイッチ 3 3 a の光路を設定する。

#### 【0 0 3 7】

さらに、通信ノード 4 0 の波長可変光源 4 4 a 2 の波長を  $\lambda$  3 に設定し、波長可変光源 4 4 b 2 の波長を  $\lambda$  4 に設定すると共に、波長可変光源 4 4 a 2 からの波長  $\lambda$  3 の主信号が合波器 4 2 b の入力ポート P 3 に送出され、波長可変光源 4 4 b 2 からの波長  $\lambda$  4 の主信号が合波器 4 2 b の入力ポート P 4 に送出されるように第 2 光スイッチ 4 3 b の光路を設定する。また、分波器 4 2 の出力ポート P 2 からの波長  $\lambda$  2 の主信号が光検出器 4 4 b 1 に送出され、出力ポート P 3 からの波長  $\lambda$  3 の主信号が光検出器 4 4 a 1 に入力されるように第 1 光スイッチ 4 3 a の光路を設定する。

#### 【0 0 3 8】

このメッシュ型論理トポロジにあっては、図 7 (B) に示すように、通信ノード 1 0 と通信ノード 2 0 は波長  $\lambda$  2 と波長  $\lambda$  4 の主信号で通信し、通信ノード 1 0 と通信ノード 3 0 は波長  $\lambda$  3 と波長  $\lambda$  3 の主信号で通信し、通信ノード 2 0 と通信ノード 3 0 は波長  $\lambda$  2 と波長  $\lambda$  4 の主信号で通信し、通信ノード 2 0 と通信ノード 4 0 は波長  $\lambda$  3 と波長  $\lambda$  3 の主信号で通信し、通信ノード 3 0 と通信ノード 4 0 は波長  $\lambda$  2 と波長  $\lambda$  4 の主信号で通信する。

#### 【0 0 3 9】

このように、図 1 に示したシステムによれば、ネットワーク管理装置 6 0 からの制御信号に基づいて各通信ノード 1 0, 2 0, 3 0, 4 0 の各波長可変光源の波長及び各光スイッチの光路を設定して各主信号送受信部 1 4, 2 4, 3 4, 4 4 で取り扱う送受信波長を掃引することによって、スター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジをフルメッシュ型やリング型やスター型やメッシュ型やこれらが混在したもの等に任意且つ容易に変更することができる。しかも、ネットワーク管理装置 6 0 からの制御信号を各通信ノード 1 0, 2 0, 3 0, 4 0 のノード制御部 1 5, 2 5, 3 5, 4 5 に送出することによって前記の波長掃引を瞬時に行って、論理トポロジの変更を動的に行うことができる。

#### 【0 0 4 0】

また、ネットワーク管理装置 60 と各通信ノード 10, 20, 30, 40 との間の制御信号の送受に主信号と同じ光伝送路 71 ~ 78 を利用できるので、制御信号の送受のために低速専用線を設ける場合のような構築及び運用コストの問題やネットワーク遅延の問題を解消して、各通信ノード 10, 20, 30, 40 の通信制御及び状態監視を的確に行うことができる。

#### 【0041】

尚、主信号の光強度が低いために主信号を各通信ノード 10, 20, 30, 40 で受信できないような場合には、図 9 に示すように、波長ルーティングデバイス 51 の各出力ポート 51e ~ 51h に対応して EDFA 等の光増幅器 53a ~ 53d を設けるか、同様の光増幅器を各通信ノード 10, 20, 30, 40 に設けるようにするとよい。

#### 【0042】

また、通信ノードの数は 4 である必然性はなく、基本的には 2 以上の整数からなる通信ノードを用いこの数に対応した入出力ポートを有する波長ルーティングデバイスを用いれば前記同様の効果を得ることができる。

#### 【0043】

さらに、波長ルーティングデバイス 51 として波長周回性を有する AWG 型合分波器を示したが、波長周回性を有する他の光合分波器を波長ルーティングデバイスとして用いても構わないし、図 10 に例示するような波長配置を持つ波長周回性を有しない波長ルーティングデバイスをその代わりに用いても前記同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0044】

##### [第 2 実施形態]

図 11 は本発明に係る光通信ネットワークシステムの第 2 実施形態を示すもので、図中の 10, 20, 30, 40 は通信ノード、50 は波長ルータ、60 はネットワーク管理装置、71 ~ 78 と 81 ~ 88 は光ファイバ等の光伝送路である。

#### 【0045】

図 11 に示したシステムは 4 個の通信ノード 10, 20, 30, 40 が波長ル

ータ 50 に光接続されたスター型物理トポロジを有する。

#### 【0046】

このシステムが、図 1 に示したシステムが異なるところは、

- (1) 各通信ノード 10, 20, 30, 40 から分波器 12a, 22a, 32a, 42a と合波器 12b, 22b, 32b, 42b と第 1 光スイッチ 13a, 23a, 33a, 43a と第 2 光スイッチ 13b, 23b, 33b, 43b を除外し、これらの代わりに、第 1 WDM カップラ 11a からの主信号を 4 つに分配して 4 個の光検出器それぞれに送出する第 1 カップラ 16a, 26a, 36a, 46a と、4 個の波長可変光源からの主信号を結合して第 2 WDM カップラ 11b に送出する第 2 カップラ 16b, 26b, 36b, 46b を各通信ノード 10, 20, 30, 40 に設けた点
  - (2) 各通信ノード 10, 20, 30, 40 の 4 個の光検出器それぞれの入力側に、特定波長の主信号を選択的に入力するための波長可変フィルタ 14a4, 14b4, 14c4, 14d4, 24a4, 24b4, 24c4, 24d4, 34a4, 34b4, 34c4, 34d4, 44a4, 44b4, 44c4, 44d4 を設けた点
  - (3) 各通信ノード 10, 20, 30, 40 のノード制御部 15, 25, 35, 45 は、ネットワーク管理装置 60 からの制御信号に基づいて各波長可変光源の出力波長と各波長可変フィルタの入力波長を制御する点
- にある。他の構成は図 1 に示したシステムと同じであるため同一符号を用いその説明を省略する。

#### 【0047】

以下に、スター型物理トポロジを有する図 11 に示したシステムによって構成可能な各種の論理トポロジについて説明する。

#### 【0048】

波長ルーティングデバイス 51 として図 2 (A) に示したような波長周回性を有するものを用いて、フルメッシュ型論理トポロジを構成する場合には、各通信ノード 10, 20, 30, 40 の各波長可変光源の波長及び各波長可変フィルタの入力波長を  $\lambda 1$ ,  $\lambda 2$ ,  $\lambda 3$ ,  $\lambda 4$  に設定し、各波長の主信号を第 2 カップラ

16b, 26b, 36b, 46bに送出すると共に、第2カップラ16a, 26a, 36a, 46aで分配された4つの主信号を各波長可変フィルタを通じて各光検出器に送出する。

#### 【0049】

このフルメッシュ型論理トポロジにあっては、図2(B)に示したように、通信ノード10と通信ノード20は波長 $\lambda_2$ と波長 $\lambda_4$ の主信号で通信し、通信ノード10と通信ノード30は波長 $\lambda_3$ と波長 $\lambda_3$ の主信号で通信し、通信ノード10と通信ノード40は波長 $\lambda_2$ と波長 $\lambda_4$ の主信号で通信し、通信ノード20と通信ノード30は波長 $\lambda_2$ と波長 $\lambda_4$ の主信号で通信し、通信ノード20と通信ノード40は波長 $\lambda_3$ と波長 $\lambda_3$ の主信号で通信し、通信ノード30と通信ノード40は波長 $\lambda_2$ と波長 $\lambda_4$ の主信号で通信する。

#### 【0050】

波長ルーティングデバイス51として図3(A)に示したような波長周回性を有するものを用い、且つ、同図中に網掛けで示した波長の主信号を使用して、図3(B)に示したようなリング型論理トポロジを構成する場合には、図12に示すように、通信ノード10の波長可変光源14a2の波長を $\lambda_3$ に設定し、波長可変光源14b2の波長を $\lambda_2$ に設定すると共に、光検出器14a1に波長 $\lambda_3$ の主信号が入力されるように波長可変フィルタ14a4の入力波長を $\lambda_3$ に設定し、光検出器14b1に波長 $\lambda_4$ の主信号が入力されるように波長可変フィルタ14b4の入力波長を $\lambda_4$ に設定する。

#### 【0051】

また、通信ノード20の波長可変光源24a2の波長を $\lambda_4$ に設定し、波長可変光源24b2の波長を $\lambda_3$ に設定すると共に、光検出器24a1に波長 $\lambda_2$ の主信号が入力されるように波長可変フィルタ24a4の入力波長を $\lambda_2$ に設定し、光検出器24b1に波長 $\lambda_3$ の主信号が入力されるように波長可変フィルタ24b4の入力波長を $\lambda_3$ に設定する。

#### 【0052】

さらに、通信ノード30の波長可変光源34a2の波長を $\lambda_3$ に設定し、波長可変光源34b2の波長を $\lambda_2$ に設定すると共に、光検出器34a1に波長 $\lambda_3$

の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 34 a 4 の入力波長を  $\lambda 3$  に設定し、光検出器 34 b 1 に波長  $\lambda 4$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 34 b 4 の入力波長を  $\lambda 4$  に設定する。

#### 【0053】

さらに、通信ノード 40 の波長可変光源 44 a 2 の波長を  $\lambda 3$  に設定し、波長可変光源 44 b 2 の波長を  $\lambda 4$  に設定すると共に、光検出器 44 a 1 に波長  $\lambda 3$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 44 a 4 の入力波長を  $\lambda 3$  に設定し、光検出器 44 b 1 に波長  $\lambda 2$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 44 b 4 の入力波長を  $\lambda 2$  に設定する。

#### 【0054】

このリング型論理トポロジにあっては、図 3 (B) に示したように、通信ノード 10 と通信ノード 20 は波長  $\lambda 2$  と波長  $\lambda 4$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信ノード 40 は波長  $\lambda 3$  と波長  $\lambda 3$  の主信号で通信し、通信ノード 30 と通信ノード 40 は波長  $\lambda 2$  と波長  $\lambda 4$  の主信号で通信し、通信ノード 10 と通信ノード 30 は波長  $\lambda 3$  と波長  $\lambda 3$  の主信号で通信する。

#### 【0055】

波長ルーティングデバイス 51 として図 5 (A) に示したような波長周回性を有するものを用い、且つ、同図中に網掛けで示した波長の主信号を使用して、図 5 (B) に示したようなスター型論理トポロジを構成する場合には、図 13 に示すように、通信ノード 10 の波長可変光源 14 b 2 の波長を  $\lambda 2$  に設定すると共に、光検出器 14 b 1 に波長  $\lambda 4$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 14 b 4 の入力波長を  $\lambda 4$  に設定する。

#### 【0056】

また、通信ノード 20 の波長可変光源 24 a 2 の波長を  $\lambda 4$  に設定し、波長可変光源 24 b 2 の波長を  $\lambda 3$  に設定し、波長可変光源 24 c 2 の波長を  $\lambda 2$  に設定すると共に、光検出器 24 a 1 に波長  $\lambda 2$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 24 a 4 の入力波長を  $\lambda 2$  に設定し、光検出器 24 b 1 に波長  $\lambda 3$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 24 b 4 の入力波長を  $\lambda 3$  に設定し、光検出器 24 c 1 に波長  $\lambda 4$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 2

4 c 4 の入力波長を  $\lambda 4$  に設定する。

【0057】

さらに、通信ノード 30 の波長可変光源 34 a 2 の波長を  $\lambda 4$  に設定すると共に、光検出器 34 a 1 に波長  $\lambda 2$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 34 a 4 の入力波長を  $\lambda 2$  に設定する。

【0058】

さらに、通信ノード 40 の波長可変光源 44 a 2 の波長を  $\lambda 3$  に設定すると共に、光検出器 44 a 1 に波長  $\lambda 3$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 44 a 4 の入力波長を  $\lambda 3$  に設定する。

【0059】

このスター型論理トポロジにあっては、図 5 (B) に示したように、通信ノード 10 と通信ノード 20 は波長  $\lambda 2$  と波長  $\lambda 4$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信ノード 40 は波長  $\lambda 3$  と波長  $\lambda 3$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信ノード 30 は波長  $\lambda 2$  と波長  $\lambda 4$  の主信号で通信する。

【0060】

波長ルーティングデバイス 51 として図 7 (A) に示したような波長周回性を有するものを用い、且つ、同図中に網掛けで示した波長の主信号を使用して、図 7 (B) に示したようなメッシュ型論理トポロジを構成する場合には、図 14 に示すように、通信ノード 10 の波長可変光源 14 a 2 の波長を  $\lambda 3$  に設定し、波長可変光源 14 b 2 の波長を  $\lambda 2$  に設定すると共に、光検出器 14 a 1 に波長  $\lambda 3$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 14 a 4 の入力波長を  $\lambda 3$  に設定し、光検出器 14 b 1 に波長  $\lambda 4$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 14 b 4 の入力波長を  $\lambda 4$  に設定する。

【0061】

また、通信ノード 20 の波長可変光源 24 a 2 の波長を  $\lambda 4$  に設定し、波長可変光源 24 b 2 の波長を  $\lambda 3$  に設定し、波長可変光源 24 c 2 の波長を  $\lambda 2$  に設定すると共に、光検出器 24 a 1 に波長  $\lambda 2$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 24 a 4 の入力波長を  $\lambda 2$  に設定し、光検出器 24 b 1 に波長  $\lambda 3$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 24 b 4 の入力波長を  $\lambda 3$  に設定し

、光検出器 24c1 に波長  $\lambda_4$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 24c4 の入力波長を  $\lambda_4$  に設定する。

#### 【0062】

さらに、通信ノード 30 の波長可変光源 34a2 の波長を  $\lambda_3$  に設定し、波長可変光源 34b2 の波長を  $\lambda_2$  に設定し、波長可変光源 34c2 の波長を  $\lambda_4$  に設定すると共に、光検出器 34a1 に波長  $\lambda_3$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 34a4 の入力波長を  $\lambda_3$  に設定し、光検出器 34b1 に波長  $\lambda_4$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 34b4 の入力波長を  $\lambda_4$  に設定し、光検出器 34c1 に波長  $\lambda_2$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 34c4 の入力波長を  $\lambda_2$  に設定する。

#### 【0063】

さらに、通信ノード 40 の波長可変光源 44a2 の波長を  $\lambda_3$  に設定し、波長可変光源 44b2 の波長を  $\lambda_4$  に設定すると共に、光検出器 44a1 に波長  $\lambda_3$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 44a4 の入力波長を  $\lambda_3$  に設定し、光検出器 44b1 に波長  $\lambda_2$  の主信号が入力されるように波長可変フィルタ 44b4 の入力波長を  $\lambda_2$  に設定する。

#### 【0064】

このメッシュ型論理トポロジにあつては、図 7 (B) に示したように、通信ノード 10 と通信ノード 20 は波長  $\lambda_2$  と波長  $\lambda_4$  の主信号で通信し、通信ノード 10 と通信ノード 30 は波長  $\lambda_3$  と波長  $\lambda_3$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信ノード 30 は波長  $\lambda_2$  と波長  $\lambda_4$  の主信号で通信し、通信ノード 20 と通信ノード 40 は波長  $\lambda_3$  と波長  $\lambda_3$  の主信号で通信し、通信ノード 30 と通信ノード 40 は波長  $\lambda_2$  と波長  $\lambda_4$  の主信号で通信する。

#### 【0065】

このように、図 11 に示したシステムによれば、ネットワーク管理装置 60 からの制御信号に基づいて各通信ノード 10, 20, 30, 40 の各波長可変光源の波長及び各波長可変フィルタの入力波長を設定して各主信号送受信部 14, 24, 34, 44 で取り扱う送受信波長を掃引することによって、スター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジをフルメッシュ型やリング型やスタ



一型やメッシュ型やこれらが混在したもの等に任意且つ容易に変更することができる。しかも、ネットワーク管理装置 60 からの制御信号を各通信ノード 10, 20, 30, 40 のノード制御部 15, 25, 35, 45 に送出することによって前記の波長掃引を瞬時に行って、論理トポロジの変更を動的に行うことができる。

#### 【0066】

また、ネットワーク管理装置 60 と各通信ノード 10, 20, 30, 40 との間の制御信号の送受に主信号と同じ光伝送路 71 ~ 78 を利用できるので、制御信号の送受のために低速専用線を設ける場合のような構築及び運用コストの問題やネットワーク遅延の問題を解消して、各通信ノード 10, 20, 30, 40 の通信制御及び状態監視を的確に行うことができる。

#### 【0067】

尚、主信号の光強度が低いために主信号を各通信ノード 10, 20, 30, 40 で受信できないような場合には、図 9 に示したものと同様に、波長ルーティングデバイス 51 の各出力ポート 51 e ~ 51 h に対応して E D F A 等の光増幅器 53 a ~ 53 d を設けるか、同様の光増幅器を各通信ノード 10, 20, 30, 40 に設けるようにするとよい。

#### 【0068】

また、通信ノードの数は 4 である必然性はなく、基本的には 2 以上の整数からなる通信ノードを用いこの数に対応した入出力ポートを有する波長ルーティングデバイスを用いれば前記同様の効果を得ることができる。

#### 【0069】

さらに、波長ルーティングデバイス 51 として波長周回性を有する AWG 型合分波器を示したが、波長周回性を有する他の光合分波器を波長ルーティングデバイスとして用いても構わないし、図 10 に例示したような波長配置を持つ波長周回性を有しない波長ルーティングデバイスをその代わりに用いても前記同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0070】

[第 3 実施形態]

図15は本発明に係る光通信ネットワークシステムの第3実施形態を示すもので、図中の10、20、30、40は通信ノード、50は波長ルータ、60はネットワーク管理装置、81～88と91～94と101～104は光ファイバ等の光伝送路である。

#### 【0071】

図15に示したシステムは4個の通信ノード10、20、30、40が波長ルータ50に光接続されたスター型物理トポロジを有する。

#### 【0072】

このシステムが図1に示したシステムが異なるところは、

- (1)各通信ノード10、20、30、40の第1WDMカップラ11a、21a、31a、41a及び第2WDMカップラ11b、21b、31b、41bの外側に、入力信号と出力信号の方路を変更するサーキュレータ17、27、37、47をそれぞれ設けた点
  - (2)波長ルータ50の各WDMカップラ52a～52dの入力側に入力信号と出力信号の方路を変更するサーキュレータ54a、54b、54c、54dをそれぞれ設けた点
  - (3)サーキュレータ17とサーキュレータ54aを一心の光伝送路91で接続し、サーキュレータ27とサーキュレータ54bを一心の光伝送路92で接続し、サーキュレータ37とサーキュレータ54cを一心の光伝送路93で接続し、サーキュレータ47とサーキュレータ54dを一心の光伝送路94で接続した点
  - (4)波長ルータ50の各WDMカップラ52e～52hの出力側とサーキュレータ54a～54dを一心の光伝送路101～104でそれぞれ接続した点
- にある。他の構成は図1に示したシステムと同じであるため同一符号を用いその説明を省略する。

#### 【0073】

このシステムでも、図1に示したシステムと同様の手法にてスター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジをフルメッシュ型やリング型やスター型やメッシュ型やこれらが混在したもの等に任意且つ容易に変更することができ

、第1実施形態の欄で述べたのと同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0074】

また、4個の通信ノード10、20、30、40を上り下り兼用の一心の光伝送路101～104を介して波長ルータ50に接続できるので、上り用と下り用の2つの光伝送路を使用する場合に比べ、光伝送路を数を半減することができ、これにより光伝送路の設備、運用及び管理等に係るコストを低減することができる。

#### 【0075】

尚、主信号の光強度が低いために主信号を各通信ノード10、20、30、40で受信できないような場合には、図9に示したものと同様に、波長ルーティングデバイス51の各出力ポート51e～51hに対応してEDFA等の光増幅器53a～53dを設けるか、同様の光増幅器を各通信ノード10、20、30、40に設けるようにするとよい。

#### 【0076】

また、通信ノードの数は4である必然性はなく、基本的には2以上の整数からなる通信ノードを用いこの数に対応した入出力ポートを有する波長ルーティングデバイスを用いれば前記同様の効果を得ることができる。

#### 【0077】

さらに、波長ルーティングデバイス51として波長周回性を有するAWG型合分波器を示したが、波長周回性を有する他の光合分波器を波長ルーティングデバイスとして用いても構わないし、図10に例示したような波長配置を持つ波長周回性を有しない波長ルーティングデバイスをその代わりに用いても前記同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0078】

#### [第4実施形態]

図16は本発明に係る光通信ネットワークシステムの第4実施形態を示すもので、図中の10、20、30、40は通信ノード、50は波長ルータ、60はネットワーク管理装置、81～88と91～94と101～104は光ファイバ等の光伝送路である。

## 【0079】

図16に示したシステムは4個の通信ノード10, 20, 30, 40が波長ルータ50に光接続されたスター型物理トポロジを有する。

## 【0080】

このシステムが図11に示したシステムが異なるところは、

- (1)各通信ノード10, 20, 30, 40の第1WDMカップラ11a, 21a, 31a, 41a及び第2WDMカップラ11b, 21b, 31b, 41bの外側に、入力信号と出力信号の方路を変更するサーキュレータ17, 27, 37, 47をそれぞれ設けた点
  - (2)波長ルータ50の各WDMカップラ52a～52dの入力側に入力信号と出力信号の方路を変更するサーキュレータ54a, 54b, 54c, 54dをそれぞれ設けた点
  - (3)サーキュレータ17とサーキュレータ54aを一心の光伝送路91で接続し、サーキュレータ27とサーキュレータ54bを一心の光伝送路92で接続し、サーキュレータ37とサーキュレータ54cを一心の光伝送路93で接続し、サーキュレータ47とサーキュレータ54dを一心の光伝送路94で接続した点
  - (4)波長ルータ50の各WDMカップラ52e～52hの出力側とサーキュレータ54a～54dを一心の光伝送路101～104でそれぞれ接続した点
- にある。他の構成は図11に示したシステムと同じであるため同一符号を用いその説明を省略する。

## 【0081】

このシステムでも、図11に示したシステムと同様の手法にてスター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジをフルメッシュ型やリング型やスター型やメッシュ型やこれらが混在したもの等に任意且つ容易に変更することができる。第2実施形態の欄で述べたのと同様の作用効果を得ることができる。

## 【0082】

また、4個の通信ノード10, 20, 30, 40を上り下り兼用の一心の光伝送路101～104を介して波長ルータ50に接続できるので、上り用と下り用

の2つの光伝送路を使用する場合に比べ、光伝送路を数を半減することができ、これにより光伝送路の設備、運用及び管理等に係るコストを低減することができる。

#### 【0083】

尚、主信号の光強度が低いために主信号を各通信ノード10、20、30、40で受信できないような場合には、図9に示したものと同様に、波長ルーティングデバイス51の各出力ポート51e～51hに対応してEDFA等の光増幅器53a～53dを設けるか、同様の光増幅器を各通信ノード10、20、30、40に設けるようにするとよい。

#### 【0084】

また、通信ノードの数は4である必然性はなく、基本的には2以上の整数からなる通信ノードを用いこの数に対応した入出力ポートを有する波長ルーティングデバイスを用いれば前記同様の効果を得ることができる。

#### 【0085】

さらに、波長ルーティングデバイス51として波長周回性を有するAWG型合分波器を示したが、波長周回性を有する他の光合分波器を波長ルーティングデバイスとして用いても構わないし、図10に例示したような波長配置を持つ波長周回性を有しない波長ルーティングデバイスをその代わりに用いても前記同様の作用効果を得ることができる。

#### 【0086】

##### [第5実施形態]

図17は本発明に係る光通信ネットワークシステムの第5実施形態を示すもので、図中の10、20、30、40は通信ノード、50は波長ルータ、60はネットワーク管理装置、81～88と91～94と101～104は光ファイバ等の光伝送路である。

#### 【0087】

図17に示したシステムは4個の通信ノード10、20、30、40が波長ルータ50に光接続されたスター型物理トポロジを有する。

#### 【0088】

このシステムが図1に示したシステムと異なるところは、

- (1)各通信ノード10, 20, 30, 40に設けられている2個のWDMカップラ11a, 11b, 21a, 21b, 31a, 31b, 41a, 41bを1個のみ(符号11, 21, 31, 41)とした点
- (2)各通信ノード10, 20, 30, 40から分波器12a, 22a, 32a, 42aと合波器12b, 22b, 32b, 42bと第1光スイッチ13a, 23a, 33a, 43aと第2光スイッチ13b, 23b, 33b, 43bを除外し、これらの代わりに、1×4の合分波器12, 22, 32, 42と4×4の光スイッチ13, 23, 33, 43を各WDMカップラ11, 21, 31, 41の内側に順に接続した点
- (3)各通信ノード10, 20, 30, 40の各光スイッチ13, 23, 33, 43の主信号送受信部側に、入力信号と出力信号の方路を変更する4個のサーキュレータ18a~18d, 28a~28d, 38a~38d, 48a~48dをそれぞれ設け、4個の波長可変光源と4個の光受信器にそれぞれ接続した点
- (4)各通信ノード10, 20, 30, 40の各ノード制御部15, 25, 35, 45との間に、入力信号と出力信号の方路を変更するサーキュレータ19, 29, 39, 49をそれぞれそれぞれ設けた点
- (5)波長ルータ50の各WDMカップラ52a~52dの入力側に入力信号と出力信号の方路を変更するサーキュレータ54a, 54b, 54c, 54dをそれぞれ設けた点
- (6)サーキュレータ17とサーキュレータ54aを一心の光伝送路91で接続し、サーキュレータ27とサーキュレータ54bを一心の光伝送路92で接続し、サーキュレータ37とサーキュレータ54cを一心の光伝送路93で接続し、サーキュレータ47とサーキュレータ54dを一心の光伝送路94で接続した点
- (7)波長ルータ50の各WDMカップラ52e~52hの出力側とサーキュレータ54a~54dを一心の光伝送路101~104でそれぞれ接続した点にある。他の構成は図1に示したシステムと同じであるため同一符号を用いその説明を省略する。

**【0089】**

このシステムでも、図1に示したシステムと同様の手法にてスター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジをフルメッシュ型やリング型やスター型やメッシュ型やこれらが混在したもの等に任意且つ容易に変更することができる、第1実施形態の欄で述べたのと同様の作用効果を得ることができる。

**【0090】**

また、4個の通信ノード10, 20, 30, 40を上り下り兼用の一心の光伝送路101~104を介して波長ルータ50に接続できるので、上り用と下り用の2つの光伝送路を使用する場合に比べ、光伝送路を数を半減することができ、これにより光伝送路の設備、運用及び管理等に係るコストを低減することができる。

**【0091】**

尚、主信号の光強度が低いために主信号を各通信ノード10, 20, 30, 40で受信できないような場合には、図9に示したものと同様に、波長ルーティングデバイス51の各出力ポート51e~51hに対応してEDFA等の光増幅器53a~53dを設けるか、同様の光増幅器を各通信ノード10, 20, 30, 40に設けるようにするとよい。

**【0092】**

また、通信ノードの数は4である必然性はなく、基本的には2以上の整数からなる通信ノードを用いこの数に対応した入出力ポートを有する波長ルーティングデバイスを用いれば前記同様の効果を得ることができる。

**【0093】**

さらに、波長ルーティングデバイス51として波長周回性を有するAWG型合分波器を示したが、波長周回性を有する他の光合分波器を波長ルーティングデバイスとして用いても構わないし、図10に例示したような波長配置を持つ波長周回性を有しない波長ルーティングデバイスをその代わりに用いても前記同様の作用効果を得ることができる。

**【0094】****【発明の効果】**

以上詳述したように、本発明に係る光通信ネットワークシステムによれば、スター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジをフルメッシュ型やリング型やスター型やメッシュ型やこれらが混在したもの等に任意且つ容易に変更することができる。また、本発明に係る通信ノードによれば、前記の光通信ネットワークシステムに好適に使用できる通信ノードを提供することができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【図 1】**

本発明に係る光通信ネットワークシステムの第 1 実施形態を示す図

**【図 2】**

波長周回性を有する波長ルーティングデバイスの波長配置を示す図とフルメッシュ型論理トポロジを示す図

**【図 3】**

波長周回性を有する波長ルーティングデバイスの波長配置を示す図とリング型論理トポロジを示す図

**【図 4】**

図 1 に示したシステムによってリング型論理トポロジを構成する場合の例を示す信号経路図

**【図 5】**

波長周回性を有する波長ルーティングデバイスの波長配置を示す図とスター型論理トポロジを示す図

**【図 6】**

図 1 に示したシステムによってスター型論理トポロジを構成する場合の例を示す信号経路図

**【図 7】**

波長周回性を有する波長ルーティングデバイスの波長配置を示す図とメッシュ型論理トポロジを示す図

**【図 8】**

図 1 に示したシステムによってメッシュ型論理トポロジを構成する場合の例を示す信号経路図



**【図 9】**

図 1 に示したシステムの部分変形例を示す図

**【図 10】**

波長周回性を有しない波長ルーティングデバイスの波長配置を示す図

**【図 11】**

本発明に係る光通信ネットワークシステムの第 2 実施形態を示す図

**【図 12】**

図 11 に示したシステムによってリング型論理トポロジを構成する場合の例を示す信号経路図

**【図 13】**

図 11 に示したシステムによってスター型論理トポロジを構成する場合の例を示す信号経路図

**【図 14】**

図 11 に示したシステムによってメッシュ型論理トポロジを構成する場合の例を示す信号経路図

**【図 15】**

本発明に係る光通信ネットワークシステムの第 3 実施形態を示す図

**【図 16】**

本発明に係る光通信ネットワークシステムの第 4 実施形態を示す図

**【図 17】**

本発明に係る光通信ネットワークシステムの第 5 実施形態を示す図

**【符号の説明】**

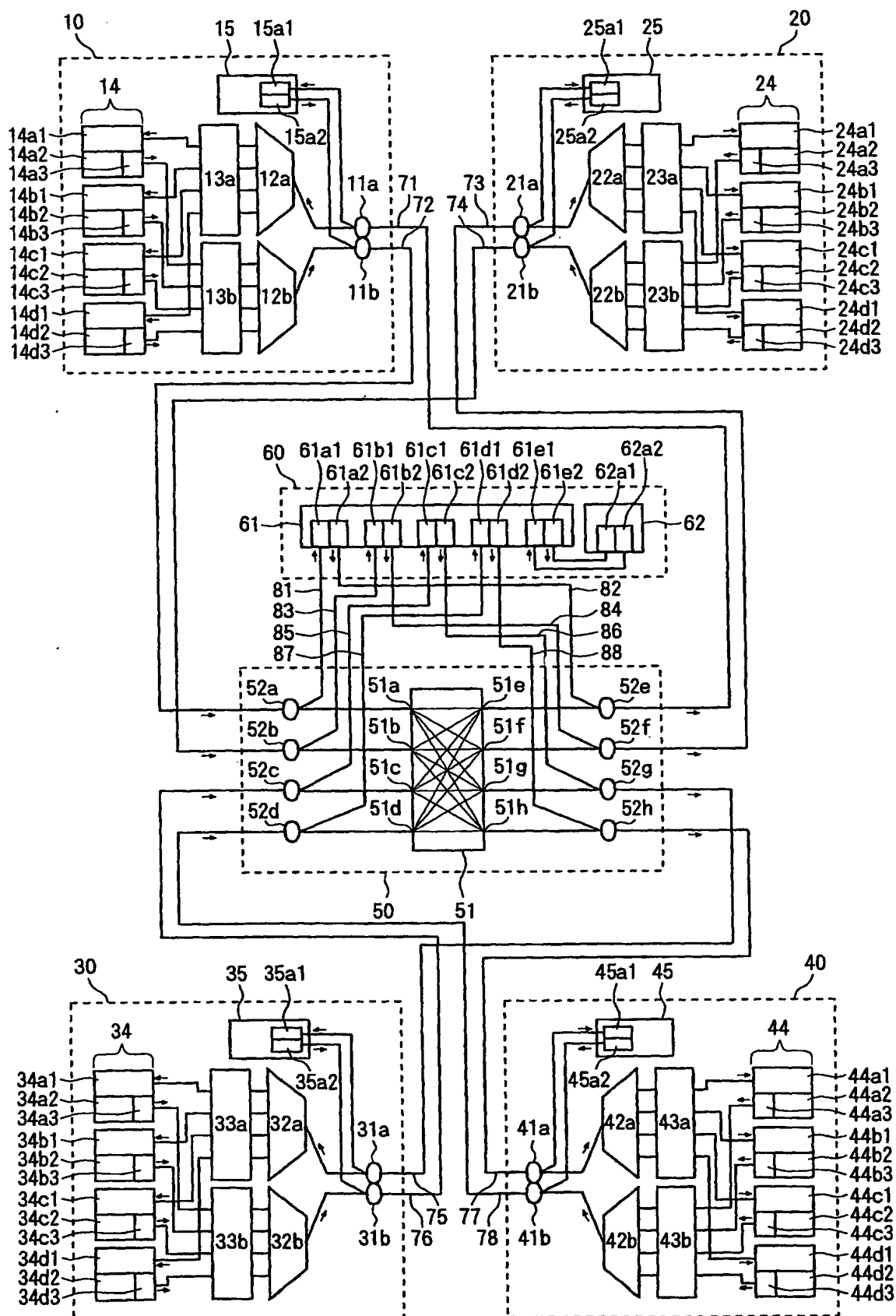
10, 20, 30, 40…通信ノード、11a, 21a, 31a, 41a…第 1 WDM カップラ、11b, 21b, 31b, 41b…第 2 WDM カップラ、12a, 22a, 32a, 42a…分波器、12b, 22b, 32b, 42b…合波器、13a, 23a, 33a, 43a…第 1 光スイッチ、13b, 23b, 33b, 43b…第 2 光スイッチ、14, 24, 34, 44…主信号送受信部、14a1, 14b1, 14c1, 14d1, 24a1, 24b1, 24c1, 24d1, 34a1, 34b1, 34c1, 34d1, 44a1, 44b1, 44c

1, 44 d 1…光検出器、14 a 2, 14 b 2, 14 c 2, 14 d 2, 24 a 2, 24 b 2, 24 c 2, 24 d 2, 34 a 2, 34 b 2, 34 c 2, 34 d 2, 44 a 2, 44 b 2, 44 c 2, 44 d 2…波長可変光源、14 a 3, 14 b 3, 14 c 3, 14 d 3, 24 a 3, 24 b 3, 24 c 3, 24 d 3, 34 a 3, 34 b 3, 34 c 3, 34 d 3, 44 a 3, 44 b 3, 44 c 3, 44 d 3…変調器、14 a 4, 14 b 4, 14 c 4, 14 d 4, 24 a 4, 24 b 4, 24 c 4, 24 d 4, 34 a 4, 34 b 4, 34 c 4, 34 d 4, 44 a 4, 44 b 4, 44 c 4, 44 d 4…波長可変フィルタ、15, 25, 35, 45…ノード制御部、16 a, 26 a, 36 a, 46 a…第1カップラ、16 b, 26 b, 36 b, 46 b…第2カップラ、17, 27, 37, 47…サーキュレータ、18 a～18 d…サーキュレータ、19, 29, 39, 49…サーキュレータ、50…波長ルータ、51…波長ルーティングデバイス、51 a～51 d…入力ポート、51 e～51 h…出力ポート、52 a～52 d, 52 e～52 f…WDMカップラ、54 a～54 d…サーキュレータ、60…ネットワーク管理装置、71～78…光伝送路、71～78, 81～88, 91～94, 101～104…光伝送路。

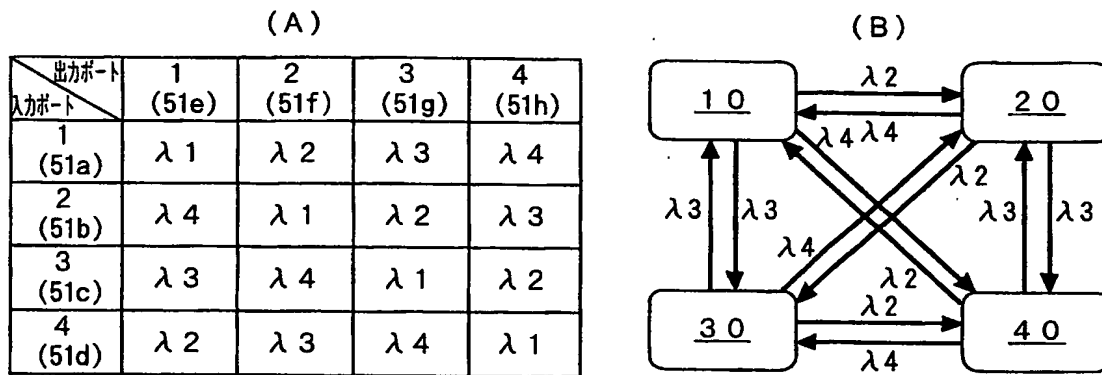
【書類名】

図面

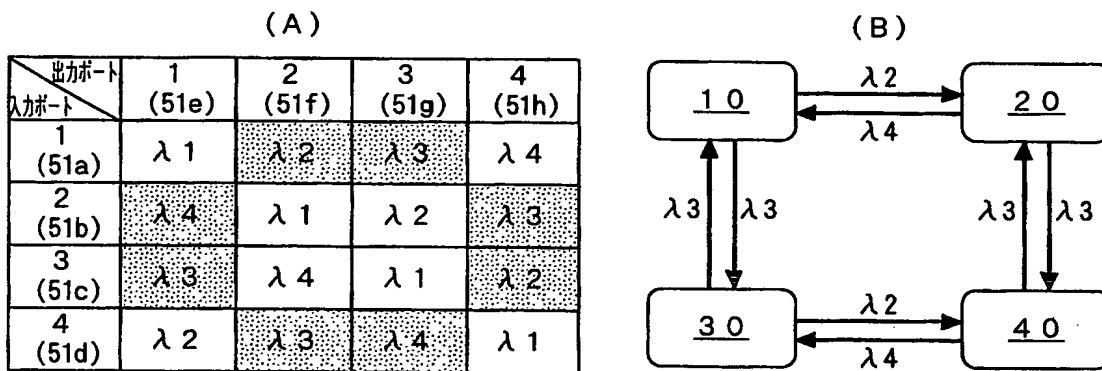
【図 1】



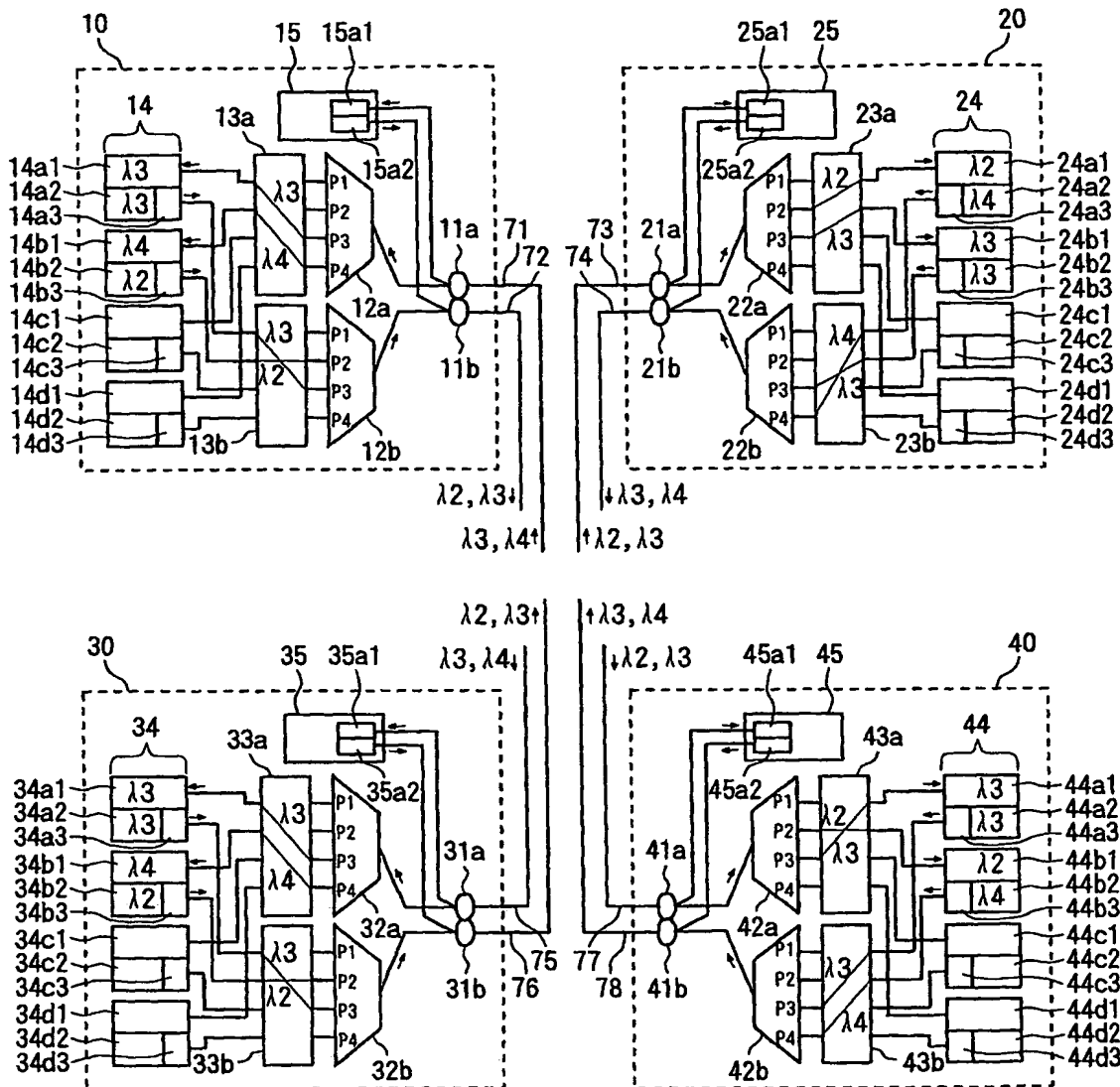
【図 2】



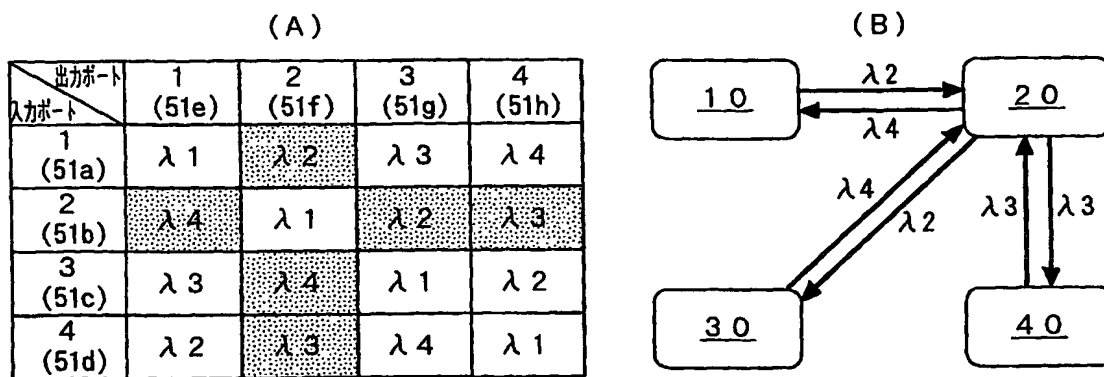
【図 3】



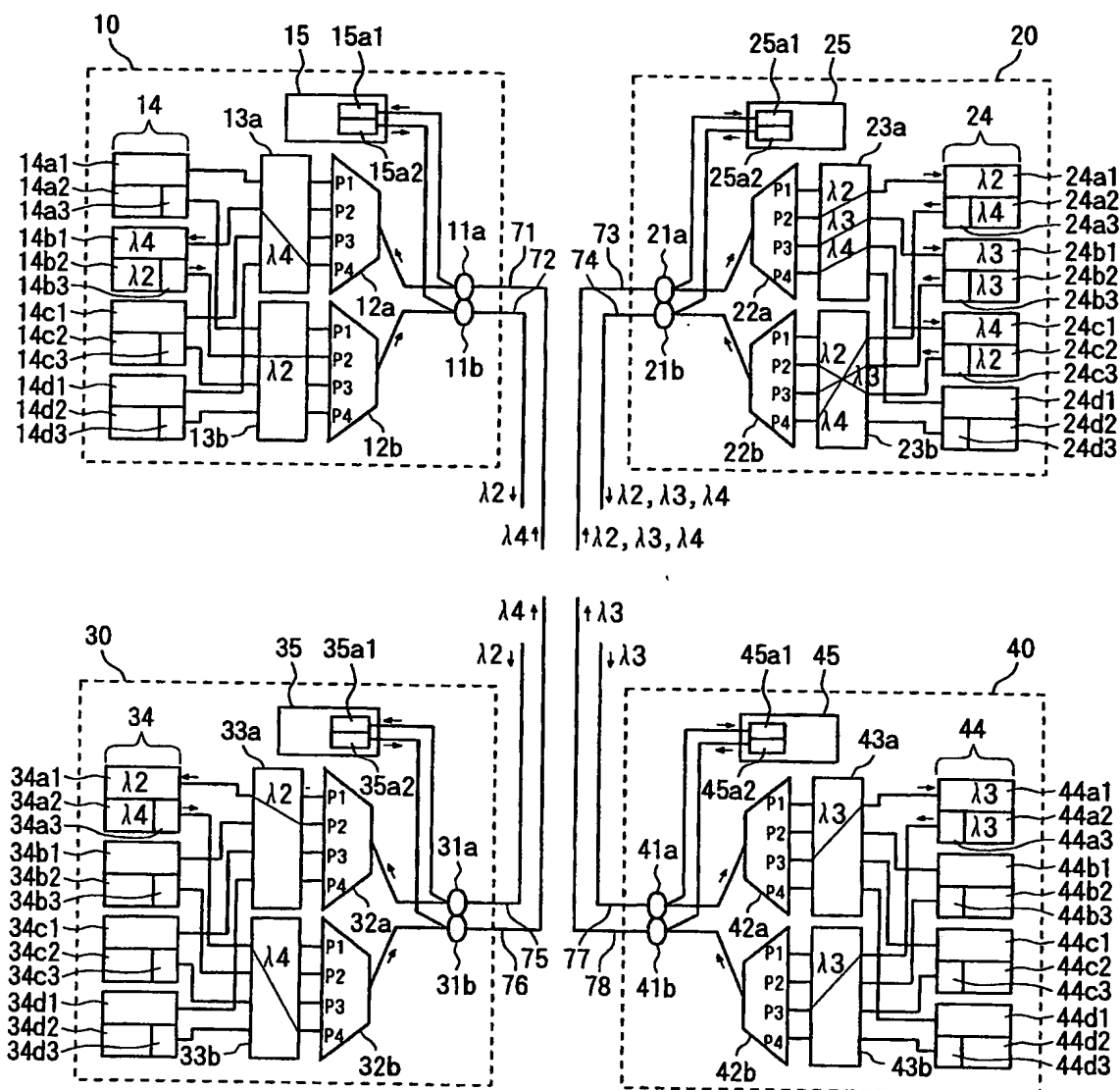
【図 4】



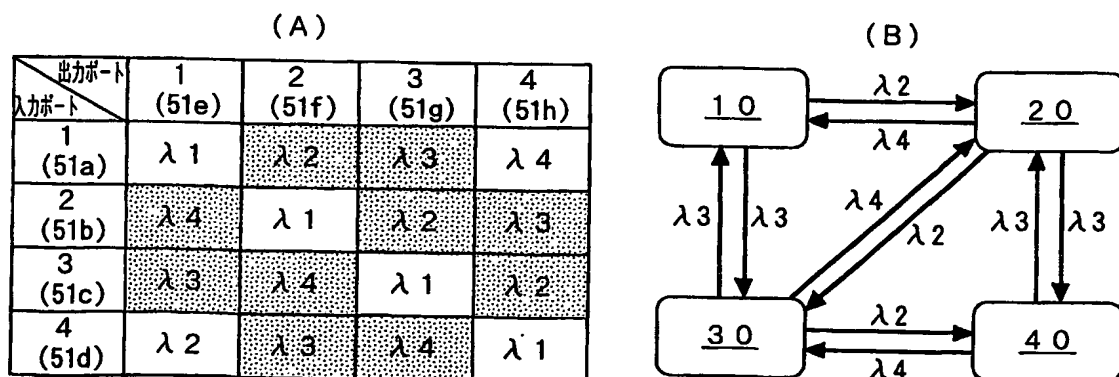
【図 5】



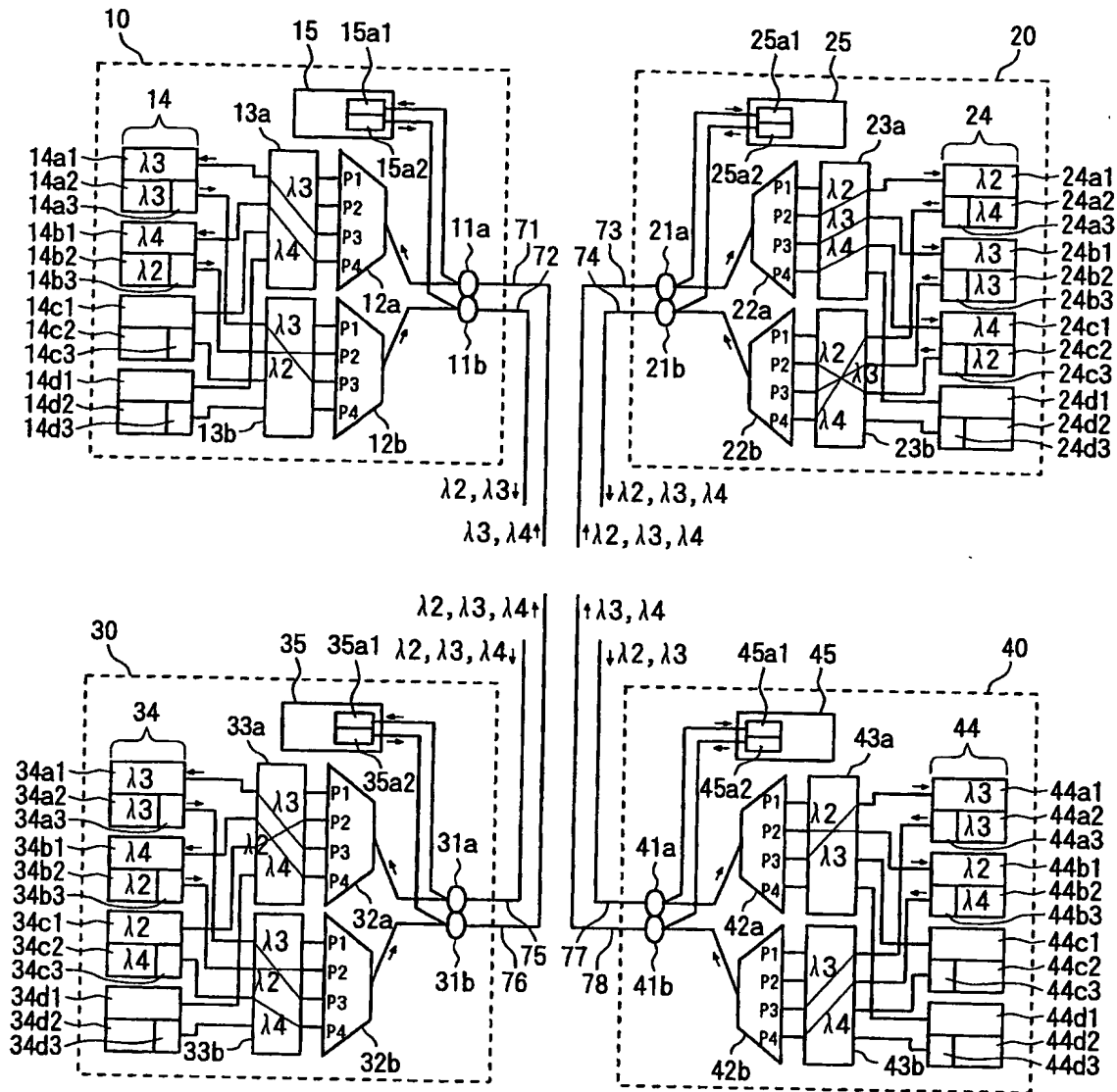
【図 6】



【図 7】

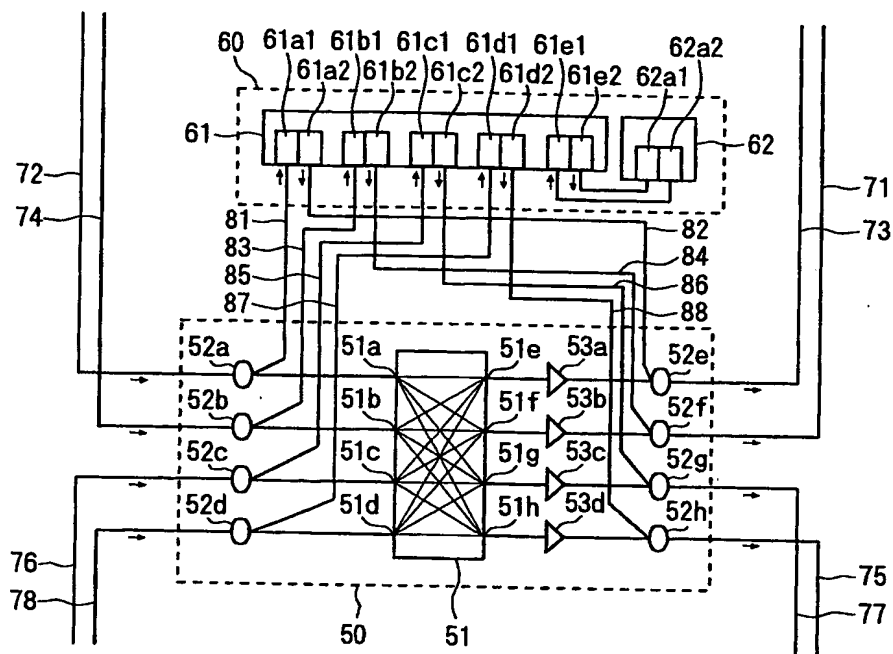


【図 8】





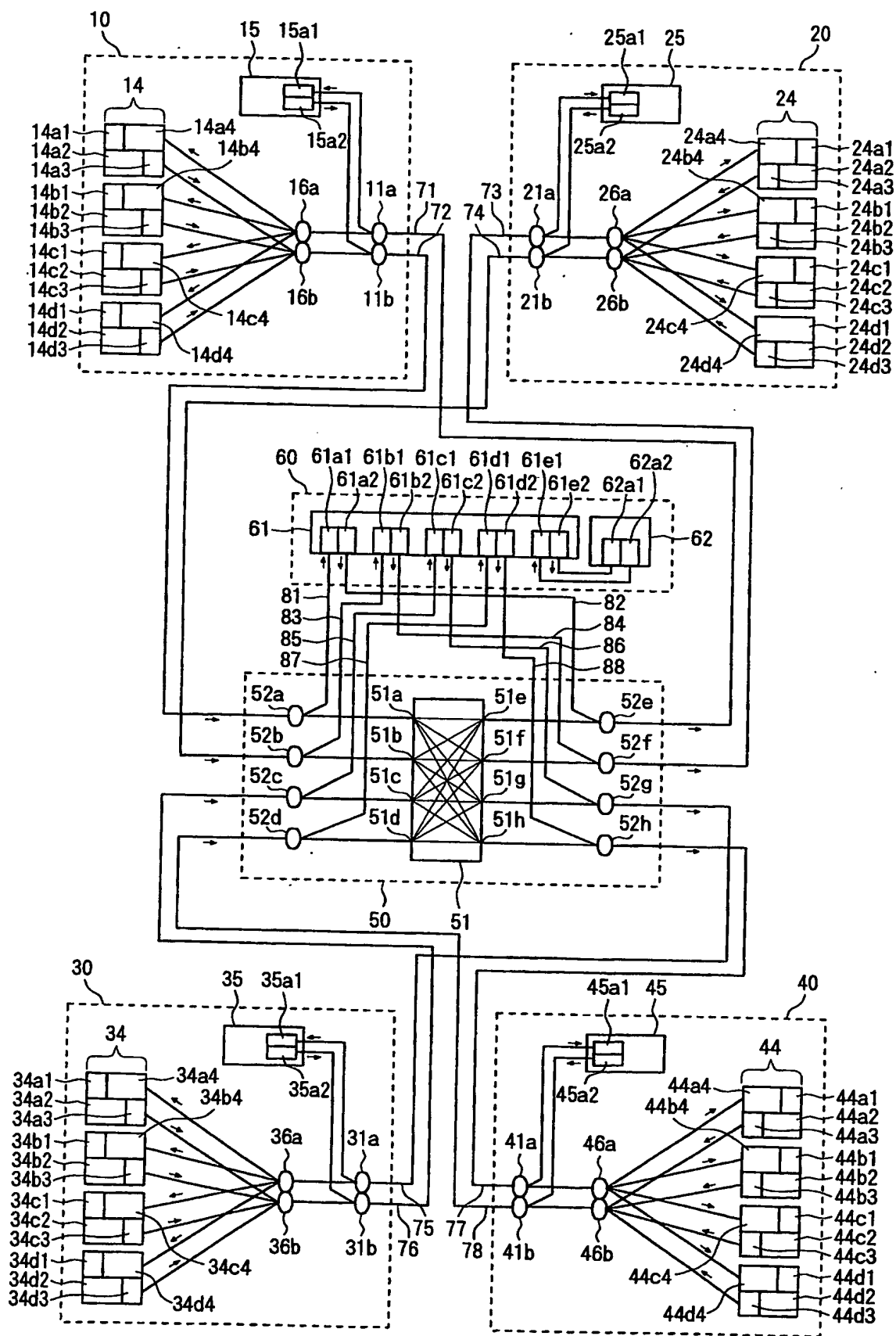
【図 9】



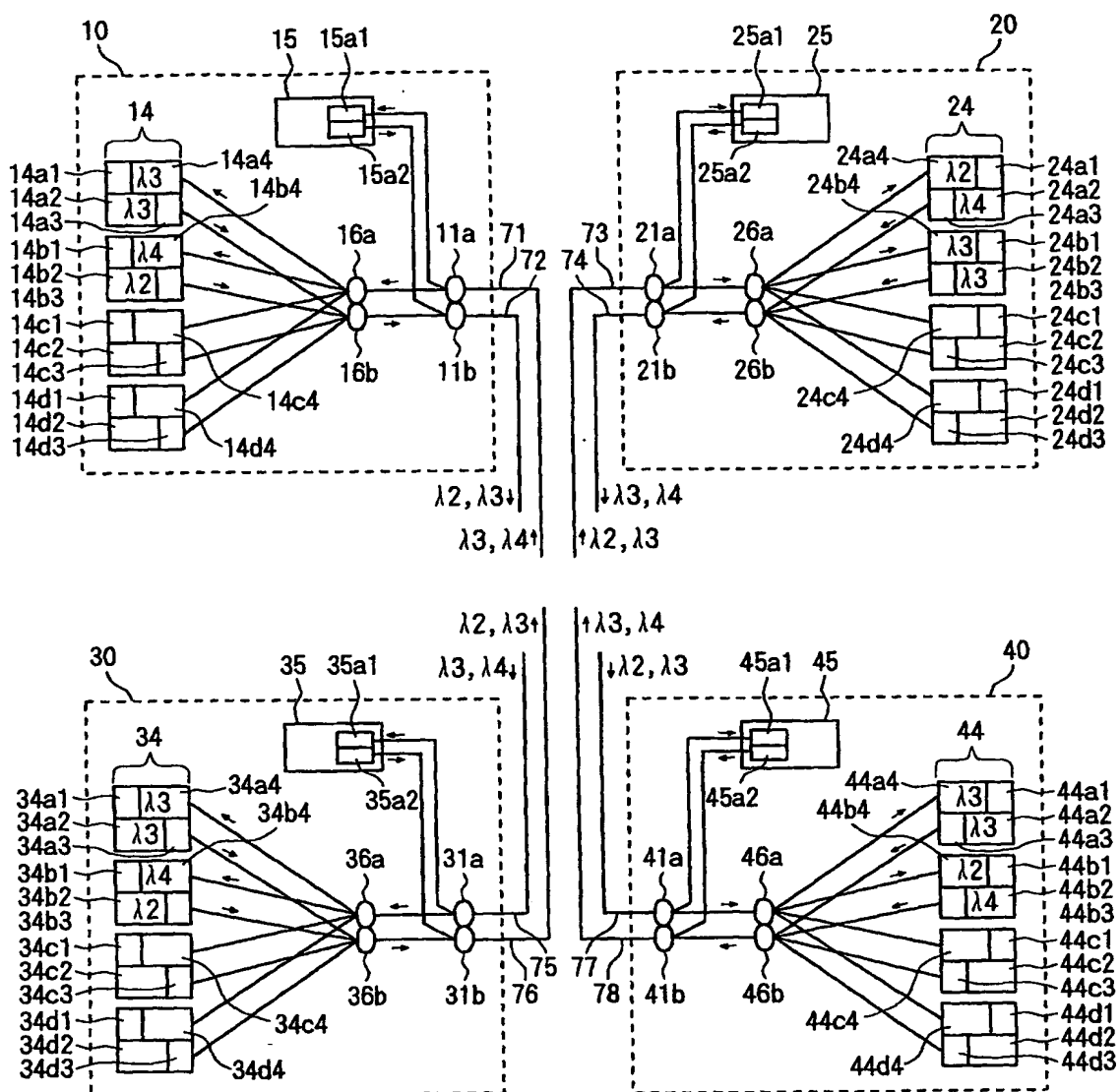
【図 10】

出力ポート 入力ポート	1 (51e)	2 (51f)	3 (51g)	4 (51h)
1 (51a)	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$
2 (51b)	$\lambda 2$	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$
3 (51c)	$\lambda 3$	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$
4 (51d)	$\lambda 4$	$\lambda 5$	$\lambda 6$	$\lambda 7$

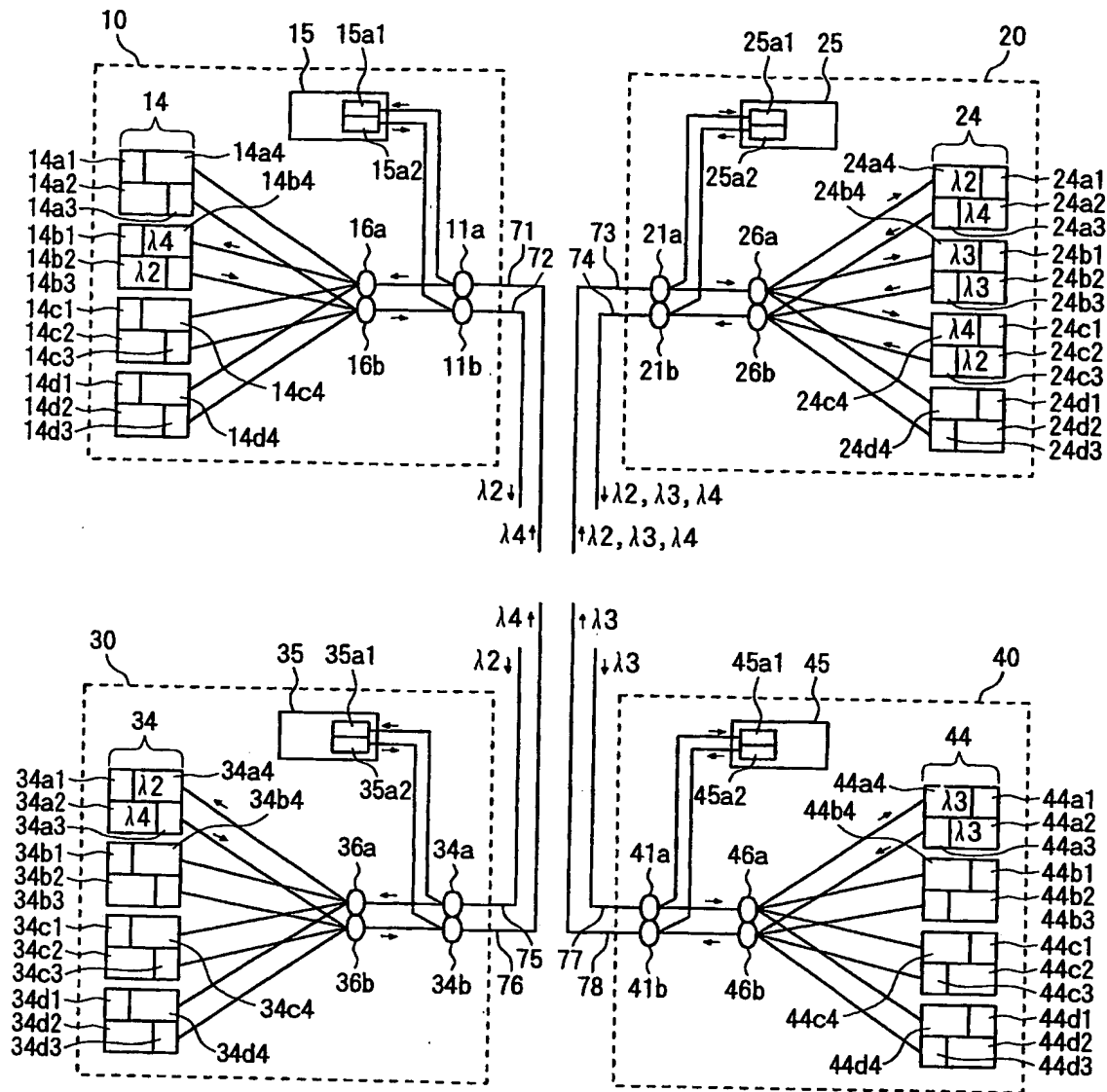
【図 11】



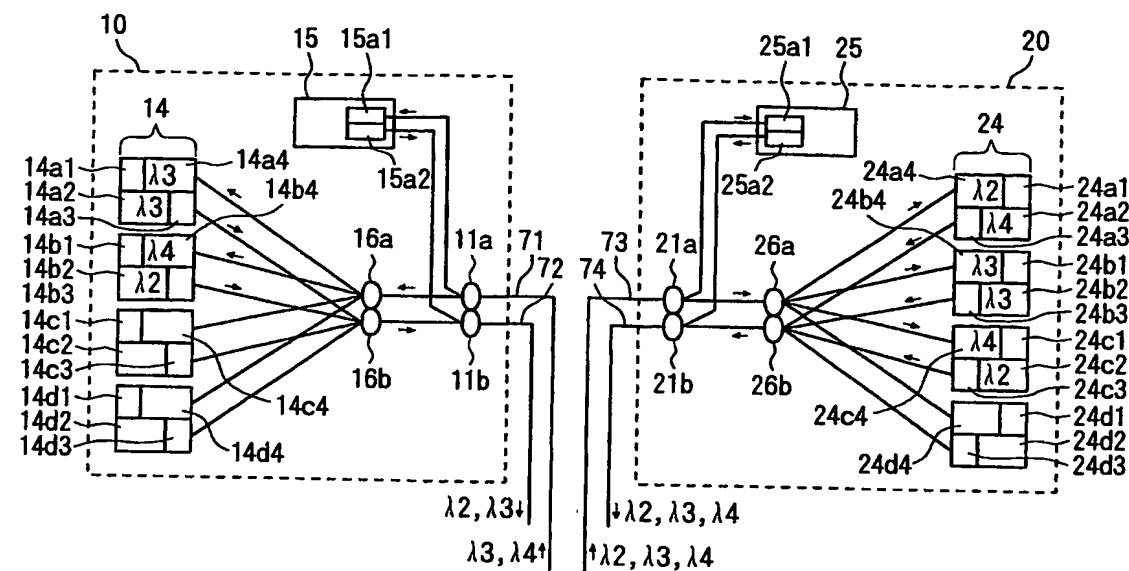
【図 12】



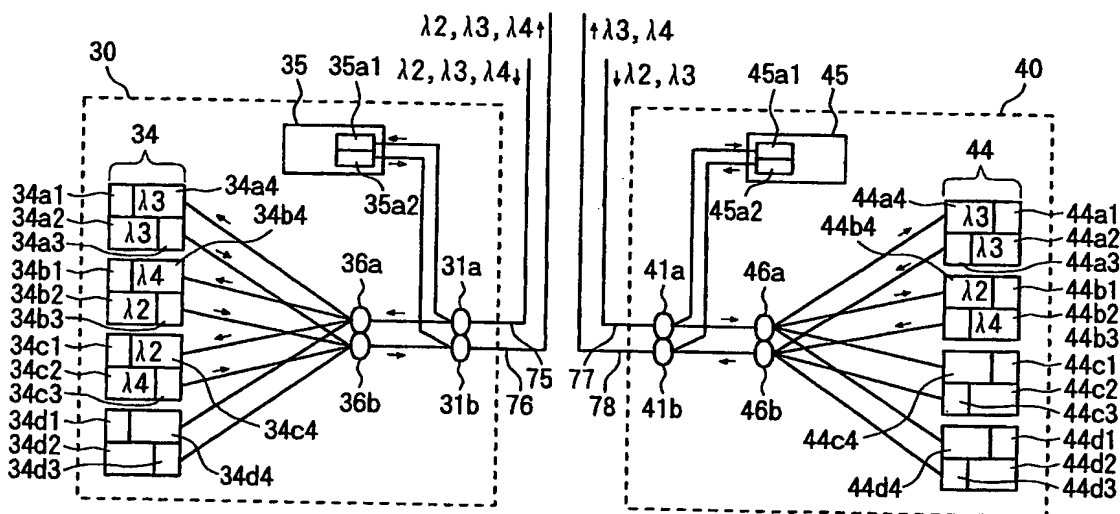
【図 13】

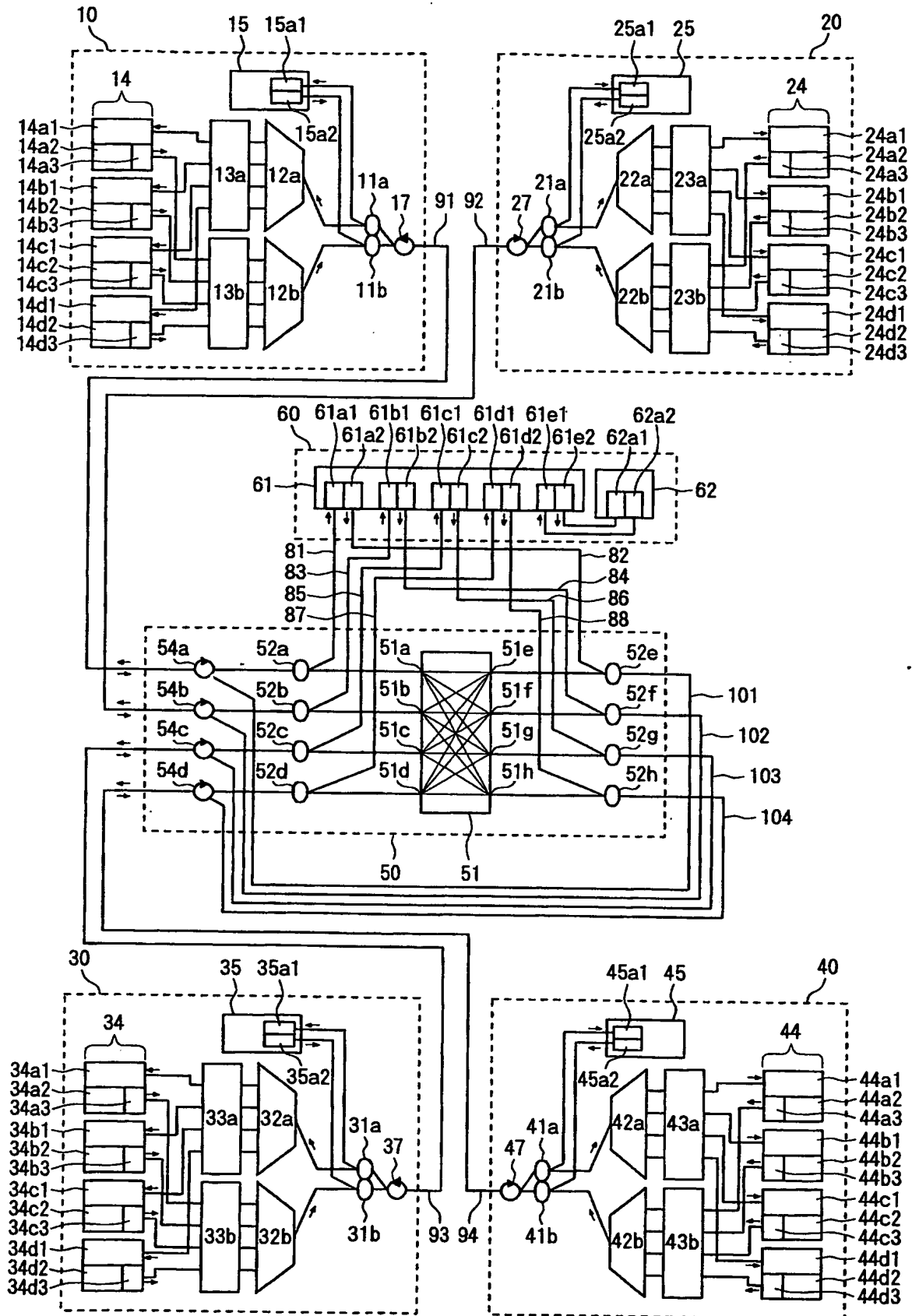



【図 14】



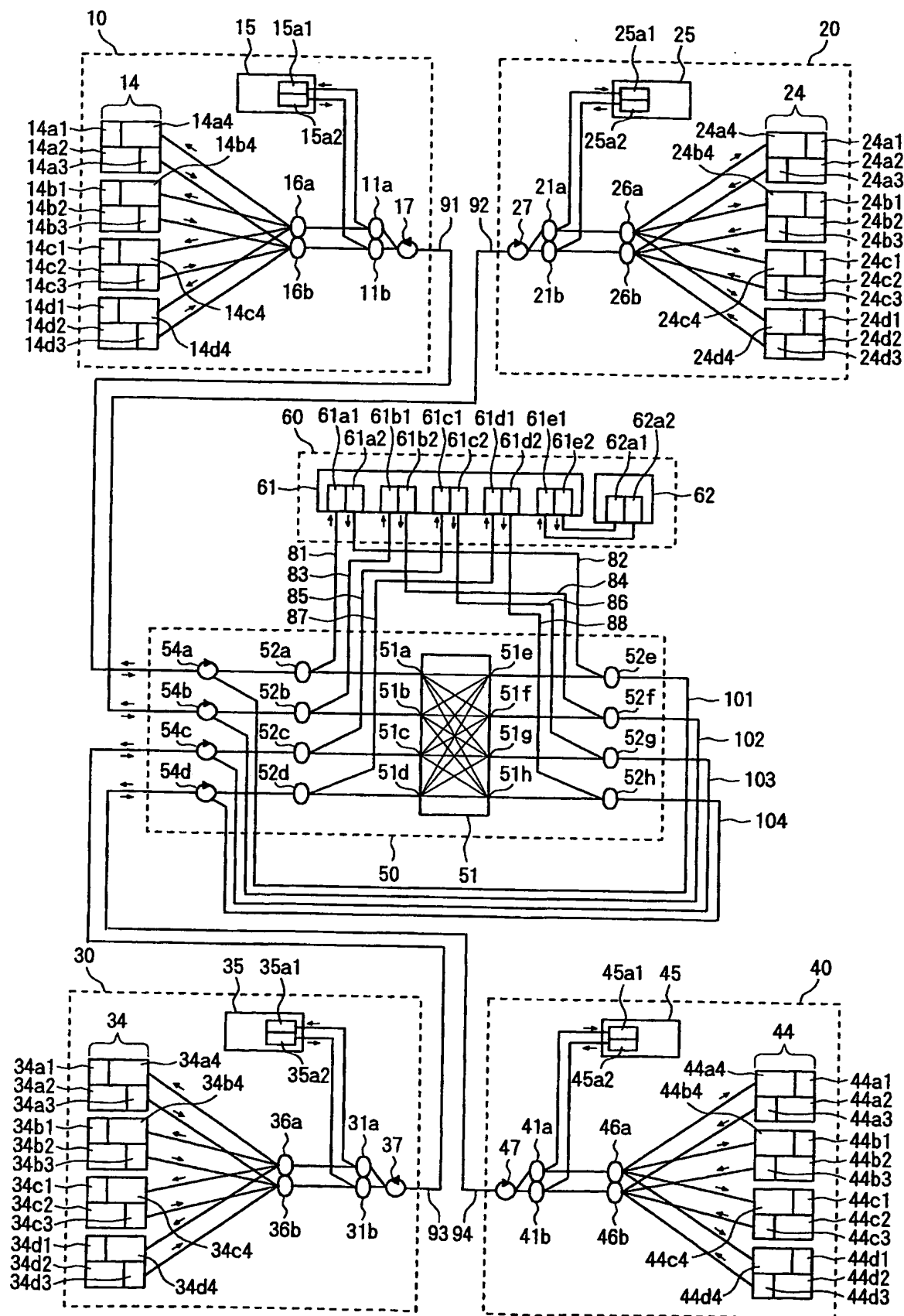
【図 15】








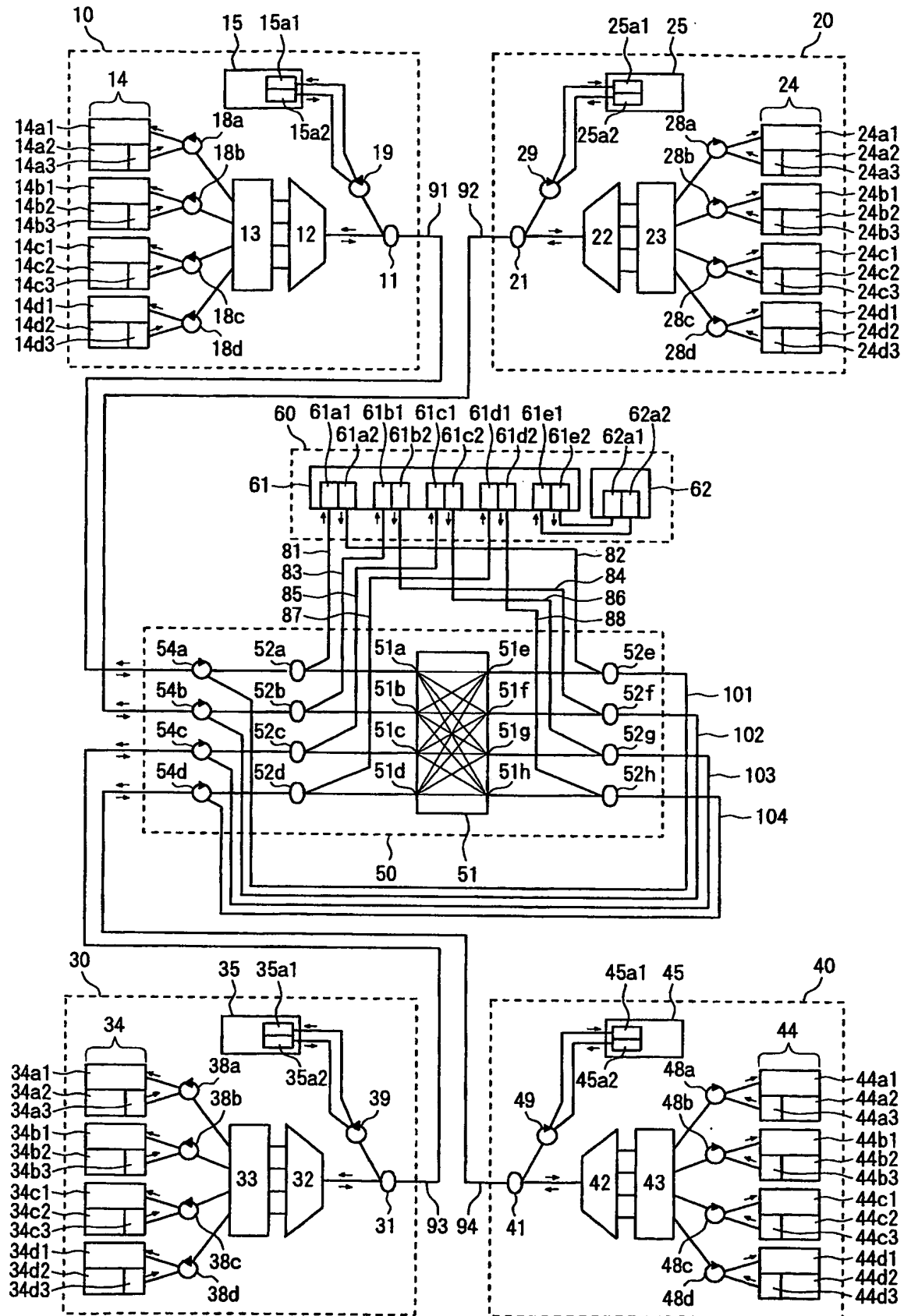
【図 16】







【図 1 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スター型物理トポロジを有するネットワークの論理トポロジを任意且つ容易に変更できる光通信ネットワークシステムを提供する。

【解決手段】 スター型物理トポロジを有する光通信ネットワークシステムの各通信ノード10, 20, 30, 40の主信号送受信部14, 24, 34, 44で取り扱う送受信波長を掃引してネットワークの論理トポロジを動的に変更する論理トポロジ変更手段を備え、該論理トポロジ変更手段は、波長変更情報を含む制御信号の送信と各通信ノード10, 20, 30, 40からの制御信号の受信を可能としたネットワーク管理装置60と、各通信ノード10, 20, 30, 40に設けられネットワーク管理装置60からの制御信号を受信して主信号送受信部14, 24, 34, 44で取り扱う送受信波長を掃引すると共に通信状態情報を含む制御信号をネットワーク管理装置60に送信するノード制御部15, 25, 35, 45とを含む、

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 1 5 1 4 7 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 2 2 6 ]

1. 変更年月日

1 9 9 9 年 7 月 1 5 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

氏 名

日本電信電話株式会社